சக்தி

ஆர். கே. விசுவநாதன் எம். ஏ.
அண்ணாமலை சர்வகலாசாலை

மராமத்து மந்திரி
கனம் எம். பக்தவத்ஸலம் அவர்களது
முகவுரையுடன் கூடியது

பதிப்புரிமை
ஆசிரியருக்கே

1949

விலை ரூ. 1-8-0

முகவுரை

மனிதன் பிறந்த போதே விஞ்ஞானமும் பிறந்ததென்று கூறலாம். மனிதன் என்ருலே எண்ணத்தெரிந்தவன் என்று பொருள். தன்னைப் பற்றியும் தன்னைச் சூழ்ந்துள்ள பொருள்களைப் பற்றியும் எண்ணத்தொடங்கும் போது, மனிதன் தன்னை அறியாமலேயே விஞ்ஞானக் கலையில் ஈடுபட்டு விடுகிருன் அல்லவா?

விஞ்ஞானக் கலை பழைய காலத்தில் மிகவும் நிதானமாக வளர்ந்து வந்தது. கடந்த சில நூற்ருண்டுகளில் தலை தெறிக்கும் வேகத்தில் அது முன்னேறத் தொடங்கியது. முக்கியமாக மேனுடுகள், மற்றக் கலைகளையும் ஓரளவு ஒதுக்கி வைத்து, விஞ்ஞானக் கலைக்கு அதிக ஊக்கமும் உற்சாகமும் அளித்து வளர்க்கலாயின. இவ்வாறு தேவைக்கு அதிகமான அக்கரை காட்டியதால் தாஞே என்னவோ, விபரீதப் பலன்கள் ஏற்படலாயின. மனித வர்க்கத்தின் ஆக்கத்திற்குப் பயன்பட வேண்டிய விஞ்ஞானம், அதன் அழிவிற்குத் துணை நிற்கத் தொடங்கியது. பயங்கரமான உலகப் போர்கள் இரண்டு தோன்றி ஓய்ந்தன.

இந்த நிலையில், 'விஞ்ஞானம் வாழ்க்கைக்குத் தேவையா?' என்ற கேள்வி எங்கும் கேட்கப் படுகிறது. கொதிக்கும் பாலைச் சுவைத்த பூனை, பாலைக் காணும் போதே பதறி ஓடுவது போல,

ஒரு சிலர் விஞ்ஞானம் என்றுலே காதையும் கண்ணையும் மூடிக்கொள்கின்றனர். நாட்டின் முன்னேற்றத்திலும் சமுதாய நலனிலும் அக்கரை கொள்வோர் அவ்வாறு இருக்க முடியாது. அது போல விஞ்ஞான அபிவிருத்தியும் ஒவ்வொரு நாட்டின் சிறப்புக்கும் இன்றியமையாதது.

ஸ்ரீ ஆர். கே. விசுவநாதன் அவர்கள் விஞ்ஞானக் கலேயின் சில அம்சங்களைத் தமிழ் மக்களுக்கு இந்த நூலின் மூலம் அறிமுகம் செய்து வைக்கிருர். அண்ணுமலேப் பல்கலேக் கழகத்திலே விஞ்ஞானப் பேராசியராகத் தொண்டு புரிந்து வரும் இவர், தம்மிடம் படிக்கும் மாணவர்களுக்கு விஞ்ஞானத்தைப் புகட்டுவதோடு நின்றுவிடாமல், எல்லோருக்கும் விளங்கும் வகையில் எளிய தமிழ் நடையில் தமக்கே உரிய இனிய மொழிகளால், தமிழ் மக்களுக்கு விஞ்ஞான விருந்தளிக்கிருர்.

‘விஞ்ஞானமும் இலக்கியமும் இரு துருவங்கள் போன்றன’ என்று கூறுவார்கள். ஆனுல், இந்த நூலாசிரியரோ, அந்த இரு துருவங்களையும் இணைக்கும் காந்த சக்தி படைத்திருக்கிருர். விஞ்ஞான விஷயங்களை இலக்கிய நயம் தோன்ற விளக்கி இருக்கிருர். தமிழ் நாட்டுப் பழமொழிகள், தமிழ் மக்களுக்கு எளிதில் விளங்கும் அழகான புதிய சொற்றெடர்கள் முதலியன ஆங்காங்கே கையாளப்பட்டு, நூலின் இனிமையை அதிகரிக்கச் செய்கின்றன. பாரதியாரின் பாட்டுகள், இராமலிங்க அடிகளின் சொற்றெடர்கள் முதலியன தக்க இடங்களில் பொறிக்கப்பட்டுள்ளன.

"விஞ்ஞானப் புதுமைகளைத் தமிழ் மொழியில் சொல்ல முடியாது. அப்படிச் சொல்லக்கூடிய திறமையும் தமிழ் மொழிக்கில்லை", என்று பேதைகள் சொல்லி வந்த கால மெல்லாம் மலையேறி விட்டது. பல அறிஞர்கள் விஞ்ஞானக் கலையைத் தமிழ் மொழியில் வெகு எளிமையாகவும் நுட்பமாகவும் விளக்கி வருகின்றனர். அவர்களையொட்டி, அறிஞர் விசுவநாதமும் தமிழ்த் தாயின் குறையை நீக்கும் பணியை மேற்கொண்டுள்ளார். அவர் முயற்சிக்குத் தமிழ் நாட்டார் ஊக்கம் கொடுக்கக் கடமைப் பட்டுள்ளனர்.

கோட்டை, சென்னை.
6—8—1949

எம். பக்தவத்ஸலம்

நன்றியுரை

இதில் அடங்கியுள்ள கட்டுரைகள் எல்லாம் காவேரி, கல்கி தீபாவளி மலர், வசந்தம், சிந்தனை முதலிய பத்திரிகைகளில் வெளி வந்தவை. இவற்றின் ஆசிரியர்களுக்கு எனது வந்தனம் உரித்தாகும். இதற்கு முகவுரை எழுதியுள்ள நமது மராமத்து மந்திரி கனம். எம் பக்தவத்ஸலம் அவர்களுக்கு என் நன்றியைத் தெரிவித்துக்கொள்ளுகிறேன்.

இந்நூல் திருப்பனந்தாள் ஸ்ரீ காசி மடம் ஸ்ரீலஸ்ரீ காசிவாசி அருணந்தித் தம்பிரான் சுவாமிகளவர்கள் அருளிய பொருளுதவி கொண்டு வெளி வருகின்றது. அவர்கள் காசி முதல் கன்யாகுமரி வரை அளித்துள்ள தருமங்கள் பல. லக்ஷக்கணக்கில் கல்வி வளர்ச்சிக்காகவும், சைவ சித்தாந்த வளர்ச்சிக்காகவும் சாசுவத நிதிகள் ஏற்படுத்தியுள்ளார்கள். இதுவன்றி அறிவியல் நூல் மொழி பெயர்ப்பாளர்கட்குக் காலவரையறையின்றி, பொருளுதவி புரிந்து தமிழ் மொழியை வளர்த்து வருகின்றார்கள். அதன் பயனாக வெளி வரும் நூல்களில் இதுவுமொன்று. அவர்களுக்கு என் மனமார்ந்த நன்றியைத் தெரிவித்துக் கொள்ளுகிறேன்.

இந்நூலைத் தமிழ் மக்கள் படித்துப் பயன்பெறுவார்களாக! வந்தேமாதரம்

அண்ணாமலைநகர்,
7—8—1949

ஆர். கே. விசுவநாதன்

விஷய அட்டவணை

		பக்கம்
1.	சக்தி	1
	நீர்ச் சக்தி	11
	எண்ணெய்ச் சக்தி	21
	மின்சார சக்தி	31
	அணு சக்தி	42
2.	அலையும் கலையும்	54
	காற்றலைகள்	62
	காற்றலைகளும் இசையும்	71
	ஒளியலைகள்	79
	ஒளி அலைகளும் ஓவியக் கலையும்	87
3.	உள்ளதனைத்தும் ஒன்றே	95
4.	வானத்தின் மீது மயிலாடக் கண்டேன்	111
5.	ஒலி உலகம்	122
6.	பூமி	131
7.	கடல்	140
8.	மலை	150
9.	கற்பக விருக்ஷம்	158
10.	நியான் தீபம்	169
11.	பால்	180
12.	மசி	190
13.	சிமெண்ட்	199
14.	இரத்தினங்கள்	210
15.	நாணயங்கள்	221

இந்நூல் ஆசிரியர் இயற்றிய
மற்ற விஞ்ஞான நூல்கள்

---

1. ஸங்கீத ஒலி நூல்
2. பௌதிக நூல் முதற்பாகம் } ஆயிரம் ரூபாய் பரிசு பெற்ற நூல்கள்
3. பௌதிக நூல் இரண்டாம் பாகம் } ஆயிரம் ரூபாய் பரிசு பெற்ற நூல்கள்
4. ஒளியும் ஒலியும்
5. ஆலய மணி
6. விஞ்ஞானக் காட்சி
7. விசுவரூபம்

Copies can be had of :-

R. K. Viswanathan M. A.,
Reader in Physics,
Annamali University,
Annamalainagar.

சக்தி

ஓம் சக்தி என்பவர் உண்மை கண்டவர் என்பது பாரதியாரின் வாக்கு. அவர் ஓர் ஞானி. இகபரம் இரண்டு உலகிற்கும் உண்டான மூல காரணத்தை ஆராய்ந்து உணர்ந்து இக் கருத்தை நமக்கு எடுத்துக் காட்டுகிறுர். ஐம்புலன்களுக்கு எட்டாத பரலோகத்தைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் கவலைப் படுகிறதில்லை. இருந்தாலும் அவர்களும் இந்த முடிவுக்குத்தான் வருகிறுர்கள். எந்தத் தொழில் செய்வதற்கும் சக்தி வேண்டும். நாம் நடப்பதற்குச் சக்தி வேண்டும்; ஓடுவதற்குச் சக்தி வேண்டும்; மூட்டை தூக்குவதற்குச் சக்தி வேண்டும். நாம் செய்யும் வேலைகளைக் கவனித்தால் நாம் எதிர்த்துப் போராடி வரும் சக்திகள் நான்கு வகைகளே ஆகும் என்பதை அறியலாம். அவற்றில் ஒன்று பூமிக்கவர்ச்சிச் சக்தி.

இப் பிரபஞ்சத்திலுள்ள ஒவ்வொரு பொருளும் மற்றப் பொருள்களைக் கவருகிறது. அக்கவர்ச்சிச் சக்தி பொருள்களின் நிறையைப் பொறுத்து வேறுபடுகிறது. பூமியின் நிறை அதன் மேற் பரப்பிலுள்ள எல்லாப் பொருள்களின் நிறையைக் காட்டிலும் மிக மிகப் பெரியதாகையால் எல்லாப் பொருள்களும் பூமியினுல் இழுக்கப்படுகின்றன. நாம் மாடிக்கு ஏற வேண்டுமானுல் நம்மைக் கீழே இழுக்

கும் பூமிக் கவர்ச்சிச் சக்தியை மீறி வேலை செய்ய வேண்டும். விமானத்தில் பறக்க வேண்டுமானால் பூமியின் கவர்ச்சிச் சக்தியை மீறி வேலை செய்ய வேண்டும். இவ்வாருக நாம் செய்யும் அநேக தொழில்களில் இக் கவர்ச்சிச்சக்தி குறுக்கிடுகிறது.

ஒரு வேலை கடினமானதா அல்லது இலகுவானதா என்பது செய்பவரின் மனேபாவத்தைப் பொறுத்தது என்று நினைக்கலாம். விஞ்ஞானிகள் அவ்வாறு கருதுவதில்லை. அதை அளந்துகூட விடுகிருர்கள். நாணயப் புழக்கத்திற்கு ரூபாய் ஆதாரமாக இருப்பதுபோல வேலையை அளக்க ஓர் அளவை மேற்கொண்டிருக்கிருர்கள். ஒரு பவுண்டு எடை கல்லை, பூமிக் கவர்ச்சியை மீறி ஒரு அடி உயரம் தூக்குவதற்கு செய்யச் வேண்டிய வேலைதான் இந்த அளவு. இதை அடிப் பவுண்டு என்று கூறுவார்கள். எல்லா வேலைகளையும் அடி பவுண்டுகளில் எடுத்துக் கூறுவார்கள். இதில் இன்னுமொரு விஷயம் கவனிக்க வேண்டும். ஒரு டன் எடையை மேல் மாடிக்கு ஒரு செகண்டிலே தூக்கிவிடக்கூடிய ஒரு பாரம் தூக்கும் யந்திரத்திற்கும் அதையே ஒரு நிமிஷத்தில் தூக்கக்கூடிய மற்ருெரு யந்திரத்துக்குமுள்ள வேற்றுமையை நாம் உணருகிருேமல்லவா? இரண்டு இயந்திரங்களும் செய்யும் வேலையினளவு ஒன்றுதான். ஆனல் ஒன்று, ஒரு செகண்டில் அதைச் செய்து முடிக்கிறது, மற்ருென்று அதை ஒரு நிமிஷத்தில் செய்து முடிக்கிறது. இவ்வித்தியாசத்தைத் தெளிவு படுத்தி முதல்

யந்திரம் இரண்டாவது யந்திரத்தைவிட அறுபது மடங்கு விசை (Power) கொண்டிருப்பதாகக் கூறு வார்கள். இந்த விசையை அளக்க ஜேம்ஸ்வாட் என்ற விஞ்ஞானி ஓர் யுக்திசெய்தார். முன்னுளில் குதிரைகளைக் கொண்டுதான் மேல் நாடுகளில் கடினமான வேலைகளைச்செய்து வந்தார்கள். நீராவி என்ஜினைக் கண்டு பிடித்தவுடன் அதன் திறமையை மற்றவர்களுக்குப் புரியும்படியாக விளக்க வேண் டிய நிர்ப்பந்தம் ஏற்பட்டது. நல்ல குதிரை ஒன்று ஒரு மணி நேரத்தில் செய்யும் வேலையை அளந்து குதிரைகளைப்பற்றி ஒரு பொதுவான ஊகத்தை வெளியிட்டார். அதாவது ஒரு நல்ல குதிரை ஒரு செகண்டு நேரத்தில் ஐந்நூற்றைம்பது அடிப் பவுண்டு (550 Foot-Pounds) வேலை செய்யும் என்ருர். இந்த அளவை ஆதாரமாகக் கொண்டு தாம் கண்டுபிடித்த நீராவி என்ஜின் திறமையை இவ்வளவு மடங்கு குதிரைத்திறன் (Horse Power) என்று மற்றவர்களுக்குக் காட்டிஞராம். இதை ஒரு உதாரணத்தைக் கொண்டு விளக்குவோம். ஒரு மனிதரின் எடை நூற்றுப்பத்துபவுண்டு (110 Pounds) என்று வைத்துக் கொள்ளுவோம். அவர் தம் எடையைத் தூக்கிக்கொண்டு இருபது அடி உய ரம் உள்ள மாடிக்கு எட்டுச் செகண்டில் ஏறுகிருர் என்று வைத்துக்கொள்வோம். அப்பொழுது அவர் செய்த வேலையினளவு என்ன? நூற்றுப் பத்தையும் இருபதையும் பெருக்கினுல் எவ்வளவு அடிப்பவுண்டு என்று தெரியும். அதை அவர் எட்டுச் செகண்டில்

செய்கிறார். குதிரைத் திறனுடன் ஒப்பிட்டால் இவரது திறன் அரைக் குதிரைத்திறன் என்று ஆகிறதல்லவா? பலமிகுந்த ஒரு மனிதனின் மிக உயர்ந்த விசை இரண்டேகால் குதிரைத் திறனுக்குச் சமம். ஆனால் அவன் இந்த விசையுடன் சிறிது நேரத்திற்குத்தான் வேலை செய்ய முடியும். சீக்கிரம் களைத்து விடுவான். சைக்கிள் வண்டி, படகு தள்ளுதல் போன்ற காரியங்களை நீண்ட நேரம் செய்யும் போது கால் குதிரைத் திறனுக்கு மேல் அவன் வேலைசெய்ய முடியாது.

நாம் செய்யும் வேலைகளில் குறுக்கிடும் மற்றொரு சக்தி பொருள்களின் ஜடத்வம் (Inertia). பூமிக் கவர்ச்சிச் சக்தியைப்போல அவ்வளவு எளிதாக இது புலனாகாவிட்டாலும் சில உதாரணங்களைக்கொண்டு இச் சக்தி இருப்பதை அறியலாம். ஓடுகிற டிராம் வண்டியிலிருந்தோ அல்லது பஸ்ஸிலிருந்தோ நாம் இறங்கும் போது செய்வதைச் சற்றுக் கவனிப்போம். நமது கால்கள் தரையைத் தொட்டவுடன் சற்று முன்னோக்கியோடியோ அல்லது பின்னோக்கிச் சாய்ந்தோ கீழேவிழாமல் தப்பித்துக்கொள்ளுகிறோம். எதற்காக இவ்வாறு செய்கிறோம்? வண்டியிலிருந்து இறங்குவதற்குச் சற்று முன் நம் உடலும் வண்டிசெல்லும் வேகத்தில் சென்று கொண்டிருக்கிறது. கால்கள் தரையைத் தொட்டவுடன் அவற்றின் வேகம் சூன்யமாகி விடுகிறது. ஆனால் உடம்பு

அதே வேகத்துடன் செல்லுகிறது. நாம் அப்படியே நின்ருல் முன்ஞல் சாய்ந்து கீழே விழ வேண்டியது தான். இதைத் தவிர்க்கவே சற்று முன்ஞேக்கி ஓடியோ அல்லது பின்ஞேக்கிச் சாய்ந்தோ கீழே விழாமல் தப்பித்துக் கொள்ளுகிருேம். ஓடுகிற ரயிலில் நாம் உட்கார்ந்து கொண்டிருக்கும் போது வண்டி சட்டென்று நின்றுவிட்டாலும் நமக்கு இதே சங்கடம் தான் ஏற்படுகிறது. வண்டி சட்டென்று நின்றவுடன் வண்டியின் அடித்தளமும் நமது உடலின் அடிப்பாகமும் நின்றுவிட உடலின் மேற்பாகம் மட்டும் முன்ஞேக்கிச் செல்ல முயலுவதால் நாம் வண்டிஓடிய திசையிலேயே முன்ஞேக்கி விழப் பார்க்கிருேம். சமீபத்தில் நடந்த ரயில்வே ஸ்டிரைக்கிஞல் சுமார் இருபது பெட்டிகளைக் கொண்ட வண்டித் தொடரை என்ஜின் இழுக்கவேண்டிய நிர்ப்பந்தம் ஏற்பட்டது. ஸ்டேஷனிலிருந்து வண்டிகளைக் கிளப்புவதற்கு என்ஜின் பட்ட கஷ்டத்தைப் பிரயாணிகள் மறந்திருக்க மாட்டார்கள். இதுவும் பொருள்களின் ஜடத்வத்திஞல் ஏற்பட்ட விளைவு தான். இதஞல்தான் பொருள்கள் எல்லாம் தாமாகவே இயங்க முடியாத ஜடப் பொருள்கள் என்கிருேம். நிறை அதிகமாஞல் அவற்றுக்கு இயக்கத்தை உண்டாக்குவது மிகக்கடினமாகி விடுகிறது. மேலும் அவை தமது இயக்கத்தைத் தாமாகவே மாற்றிக் கொள்ள முடியாது.

நமது வேலைகளில் குறுக்கிடும் மூன்ருவது சக்தியை இப்பொழுது கவனிப்போம். பொருள்கள்

எல்லாம் அணுக்களால் ஆனவை என்பது எல்லோருக்கும் தெரிந்திருக்கும். இவ்வணுக்களினிடையே தோன்றும் பரஸ்பர கவர்ச்சிச் சக்திகளினுல்தான் பொருள்களின் குணங்கள் வேறுபடுகின்றன, உதாரணமாக, சர்க்கரைக் கட்டி ஒன்றை வெகு சுலபமாக நசுக்கிப் பொடியாக்கி விடுகிறேம். ஆனல் இரும்புத் துண்டு ஒன்றை இவ்வாறு செய்ய முடிகிறதில்லை. ஒரு மரத்துண்டின் மேல்பட்டையை வெகு சுலபமாகக் கத்தியைக் கொண்டு எடுக்க முடிகிறது. ஆனல் ஓர் உலோகத் துண்டிலிருந்து இவ்வாறு எடுக்க முடிகிறதில்லை. ஏன்? ஒவ்வொரு பொருளிலும் அணுக்களினிடையே உள்ள கவர்ச்சிச்சக்தி ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கிறது. ஒருபொருளின் உருவத்தையோ அல்லது பருமனையோ மாற்றுவதற்கு இவ்வணுக் கவர்ச்சியை எதிர்த்து வேலை செய்ய வேண்டியிருக்கிறது. இவ்வாறு செய்துதான் வாழ்க்கைக்கு இன்றியமையாததாக விருக்கும் எண்ணற்ற மரச் சாமான்களையும் உலோக சாமான்களையும் உபயோகித்து வருகின்றேம். நான்காவதாக நாம் போராடி எதிர்த்து வரும் சக்தி இயந்திர சகாப்தத்தினுல் ஏற்பட்ட விளைவு. முன் கூறிய மூன்று சக்திகளைப்போல, சாதாரண மனிதனின் அனுபவத்தில் அவ்வளவு அதிகமாக இச் சக்தி குறுக்கிடுவதில்லை. இதை மின்காந்தப் புலங்களினுல் கம்பிச் சுருள்களின் இயக்கத்திற்கு ஏற்படும் தடை என்று கூறலாம்.

நம் முன்னோர்கள் வெகு காலமாக முதல் மூன்று சக்திகளையும் எளிய சாதனங்களைக் கொண்டு எதிர்த்து வேலைசெய்து வந்திருக்கிறார்கள். நிலத்தினுள் சற்றுப்புதைந்தவாறுள்ள கல்லொன்றைக் கிளப்புவதற்கு இன்றும்கூட பாறையை உபயோகப்படுத்துகிறோம். பாறையை ஒரு சிறு கல்லின்கீழ் வைத்து அதன் ஒரு நுனியை பெருங் கல்லின்கீழ் பொருத்தி மற்றொரு நுனியை அழுத்தும்போது பெருங்கல் மேலெழும்புவதைப் பார்க்கிறோம். பாறையை நெம்புகோல் சாதனம் (Lever) என்று தற்காலம் கூறுவார்கள். அக்காலத்தில் சகடைகளைக்கொண்டு பெரிய எடைகளைத் தூக்கி வந்திருக்கிறார்கள். கோபுரங்கள் கட்டுவதற்கு சாய்வுச் சாரங்களை (Inclined Plane) கட்டி, பெரியகற்களை உயரத்தூக்கி இருக்கிறார்கள். இதைப்போல மற்றக் காரியங்களுக்கு திருகாணி, ஆப்பு முளைகள் முதலிய அனேக எளிய யந்திர சாதனங்களை (Simple Machines) பயன் படுத்தி வந்திருக்கிறார்கள். இச் சாதனங்களைக்கொண்டு சுலபமாகவும் சௌகரியமாகவும் எதிர்த்து வந்திருக்கிறார்கள். ஆனால் நமது உடல் தசைகளின் வலிமையைக்கொண்டுதான் இச்சாதனங்கள் உபயோகப்பட்டு வந்தன.

இப்பொழுது நடப்பது இயந்திர சகாப்தம். உடல் தசைகளினால் இயற்கைச்சக்திகளைப் போராடுவதற்கு பதிலாக இயற்கைச்சக்திகளைக்கொண்டே

மற்ற இயற்கைச் சக்திகள் எதிர்க்கப்பட்டு வருகின்றன. இதை விளக்க ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். முன்னுளில் நெல்லின் மேலுள்ள உமியை நீக்குவதற்கு அதை உரலில் போட்டு உலக்கையால் குத்தி அரிசி வேருகவும் தவிடு உமி வேருகவும் பிரித்து வந்தார்கள். இப்போது அநேகமாய் ஒவ்வொரு கிராமத்திலும் நெல்லைக் குற்ற மிஷின் இருப்பதை பார்க்கலாம். உமியை நீக்க இயந்திர சாதனம் உபயோகப்படுகிறது. இதை இயக்குவது எண்ணெய்ச் சக்தி. எண்ணெய் ஓர் இயற்கைப் பொருள். இது பூமியிலிருந்து எடுக்கப்படுகிறது. எனவே இயற்கைச் சக்தியான எண்ணெய்ச் சக்தியைக்கொண்டு நெல்லின் மேலுள்ள அணுக் கவர்ச்சி சக்தி எதிர்க்கப்படுகிறது. வெகு காலத்திற்கு முன்பே காற்றின் சக்தியைப் பயன் படுத்திய பாய் மரக் கப்பல்கள் இருந்து வந்தன. இருபது நூற்றுண்டுகளுக்கு முன் பாபிலோனியாவிலும் எகிப்திலும் சகடைகளைக் கொண்டு நீர்ச் சக்தியைப் பயன்படுத்தினுர்கள் என்று கூறுவதற்கு உண்டான சான்றுகள் இருக்கின்றன. பதினேழாம் நூற்றுண்டின் இறுதியில் நீராவிச் சக்தியைக் கொண்டு வேலை செய்விக்கப்படும் சாதனங்களைக் கண்டு பிடித்தார்கள். நீராவி சக்தியைப் பெறுவதற்கு நிலக்கரிச் சக்தி பயன்பட்டது. இருபதாம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் பெட்ரோல் எண்ணெய்ச் சக்தியைப் பயன் படுத்த வழியைக்கண்டு பிடித்தார்கள். அத்துடன் மின்சார சக்தியைப் பெருத்த அள

வில் உற்பத்தி செய்ய வழியையும் கண்டு பிடித்தார்கள். இச் சக்திகளை அடக்கி ஆளத் தெரிந்து கொள்வதற்குள் அணுவினுள் பதுங்கிக் கிடக்கும் சக்தியைக் கிளப்பிவிட வழியையும் கண்டு பிடித்து விட்டார்கள். எனவே வேலை செய்வதற்குச் சக்திகளுக்குக் குறைவில்லை. ஆனால் அவற்றை நல்ல வழியில் உபயோகிப்பார்களா என்று தான் தெரியவில்லை.

முடிவாக, சக்திகளுக்கெல்லாம் மூலகாரணத்தைப் பற்றிச் சிறிது கூறுவோம். இம் மூல காரணம் சூரியனே. செகண்டு ஒன்றுக்குச் சுமார் ஒன்றரைக் கோடியே கோடி குதிரைத் திறன் அளவு கொண்ட சக்தியைச் சூரியனிடமிருந்து பூமி பெறுகின்றதாம். இதில் மூன்றில் ஒரு பகுதி கடல், ஏரி முதலிய நீர் நிலைகளிலிருந்து நீரை ஆவியாக மாற்றுவதற்குச் செலவழிக்கப் படுகிறதாம். இவ்வாறு மேலே சென்ற நீர் மலைகளின் உச்சியில் மழையாகப் பெய்கின்றது. மழை நீர் ஆறுகளாகப் பாய்வதினாலே நீர் வீழ்ச்சிகள் உண்டாகின்றன. உலகிலுள்ள எல்லா ஆறுகளிலும் ஓடுகின்ற நீரின் சக்தியைக் கொண்டு சுமார் முப்பத்தைந்து கோடி குதிரைத் திறன் அளவுக்குச் சக்தியைப் பெறலாம் என்கிறார்கள். சூரிய வெப்பத்தை ஒட்டியே காற்றுக்கள் அடிக்கின்றன. மிகக் குறைந்த அளவுக்கே காற்றுச் சக்தியை பயன் படுத்துகிறார்கள். இன்றைக்கு முப்பதுகோடி ஆண்டுகளுக்கு முன்பு

சூரிய கிரணங்களின் துணை கொண்டு மரங்கள் பெருங்காடுகளில் வளர்ந்தன. அவை சதுப்பு நிலங்களில் ஆழ்ந்து புதையுண்டன. நிலத்தினடியில் அதிக அமுக்கத்திற்கும் சூட்டுக்கும் உட்பட்டு நிலக்கரியாய் மாறின. எனவே நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கும் சக்தி சூரியனது சக்தியே. பெட்ரோலியம் என்னும் எண்ணெய் பல கோடி ஆண்டுகளுக்கு முன் பெருவாரியாய்க் கடலில் வாழ்ந்து வந்த சிறு ஜந்துக்கள் நசித்ததினுல் ஏற்பட்டதாகக் கூறுகிருர்கள். மின்னல் உண்டாகும் போது வெளிப்படும் மின்சார சக்தியைக் கட்டுப்படுத்த விஞ்ஞானிகள் இன்னும் வழியைக் கண்டுபிடிக்கவில்லை. ஒவ்வொரு மின்னலிலும் சுமார் ஆயிரம் குதிரைத்திறன் அளவுக்குச் சக்தி வெளிப்படுவதாகவும் உலகின் பலபாகங்களில் செகண்டு ஒன்றுக்குச் சராசரி பதிறுறு மின்னல்கள் ஏற்பட்டு வருவதாகவும் மதிப்பிட்டிருக்கிருர்கள். ஆனுல் மின்சார சக்தியைத் தற்சமயம் நீர்ச் சக்தியைக்கொண்டும் தான் பெறுகிருர்கள். இனி இச்சக்திகள் ஒவ்வொன்றையும் கவனிப்போம். முதலில் நீர்ச் சக்தியை எடுத்துக்கொள்வோம்.

நீர்ச் சக்தி

இயற்கைச் சக்திகளில் மிக எளியது நீர்ச்சக்தி. நிலக்கரி, எண்ணெய் இரண்டும் எடுக்க எடுக்கக் குறைந்துகொண்டு வரும். ஆனல் நீர்ச் சக்தி என்றும் வற்ருத செல்வம். நீர்ச்சக்தியை கொண்டு ஒரு குதிரைத் திறன் (Horse power) விசை பெறுவதினுல் வருஷத்துக்கு நாலு டன் நிலக்கரியை மிச்சப்படுத்தலாம் என்று மதிப்பிடுகிருர்கள். நீர் ஓடினுலும் தேங்கி நின்ருலும் அதற்குச் சக்தி உண்டு. நீர் ஓடிவரும்போது அதன் அளவு வேகம் இரண்டையும் பொறுத்து அதன் சக்தி வேறுபடும். அதன் அளவைக் காட்டிலும் அது ஓடிவரும் வேகம்தான் அதன் சக்தியை பெருக்குகிறது. ஒரு குழாயின் மூலமாக ஓடிவரும் தண்ணீரின் வேகத்தை மாற்ருமல் அதன் அளவை மட்டும் இரண்டு மடங்காக மாற்றினுல் நீரின் சக்தி இரண்டு மடங்கு அதிகரிக்கும். அளவை மாற்ருமல் அது ஓடிவரும் வேகத்தை இரண்டு மடங்காகச் செய்தால் நீரின் சக்தி நான்கு மடங்கு அதிகரித்து விடுகிறது. எனவே தண்ணீர் கொஞ்சமாக இருந்தபோதிலும் அது கடுமையான வேகத்தோடு ஓடினுல் அதற்குச் சக்தி அதிகமாயிருக்கும் என்பதை அறியலாம். நீர் வீழ்ச்சி உள்ள இடங்களில் நீரின் வேகம் அதிகமாய் இருக்கும் அல்லவா? அதனுல்தான் நீர்ச் சக்தியைப் பெறுவதற்கு நீர் வீழ்ச்சி உள்ள இடங்களில்

இயந்திரங்களை அமைக்கின்றார்கள். உலகிலுள்ள பெரிய நீர்ச்சக்தி ஸ்தாபனங்கள் எல்லாம் நீர் விரைவாக ஓடிவரும் இடங்களில்தான் இயற்றப்பட்டிருக்கின்றன. ருஷ்யாவில் யூக்ரேன் (Ukrane) என்று ஒரு பகுதி உண்டு. அங்கு ஓடிவரும் நீபர் (Dnieper) நதியைக் கொண்டு ஏழரை லக்ஷம் குதிரைத்திறனளவுக்கு விசையை உற்பத்தி செய்து வருகிறார்களாம். வட அமெரிக்காவில் உள்ள நையாகரா (Niagara) நீர் வீழ்ச்சிதான் உலகில் உள்ள எல்லா நீர் விழ்ச்சிகளைக் காட்டிலும் அதிக சக்தி வாய்ந்தது. இங்கு உள்ள நீர்ச் சக்தி முழுவதையும் பயன் படுத்தினால் நாற்பதுலக்ஷம் குதிரைத் திறனளவுக்கு விசையைப் பெருக்கலாம் என்கிறார்கள். ஆனால் தற்சமயம் சுமார் பத்து லக்ஷம் குதிரைத் திறனளவுக்குத்தான் விசையைப் பெறுகிறார்களாம். நம் மாகாணத்தில் நீலகிரி ஜில்லாவில்உள்ள பைகாரா நீர் வீழ்ச்சியைப் பற்றி அனைவரும் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். இங்குள்ள நீர்ச் சக்தி முழுவதையும் பெற்றால் லக்ஷம் குதிரைத் திறனளவுக்கு மேல் விசையைப் பெறலாம் என்கிறார்கள். இதில் ஒரு பகுதியே தற்சமயம் பயன்பட்டு வருகிறது. உலகில் மொத்தத்தில் நாம் பெறக்கூடிய நீர்ச்சக்தி நாற்பத்துநான்குகோடி குதிரைத் திறன் விசை என்று மதிப்பிட்டிருக்கிறார்கள். இதில் சரி பாதி ஆப்பிரிக்காவில் இருக்கிறது. இது பிரயோஜனபடக்கூடிய நிலையில் இல்லை. நார்வே, கானடா நாடுகளில் தான் நீர்ச் சக்தியைப் பெருவாரியாக

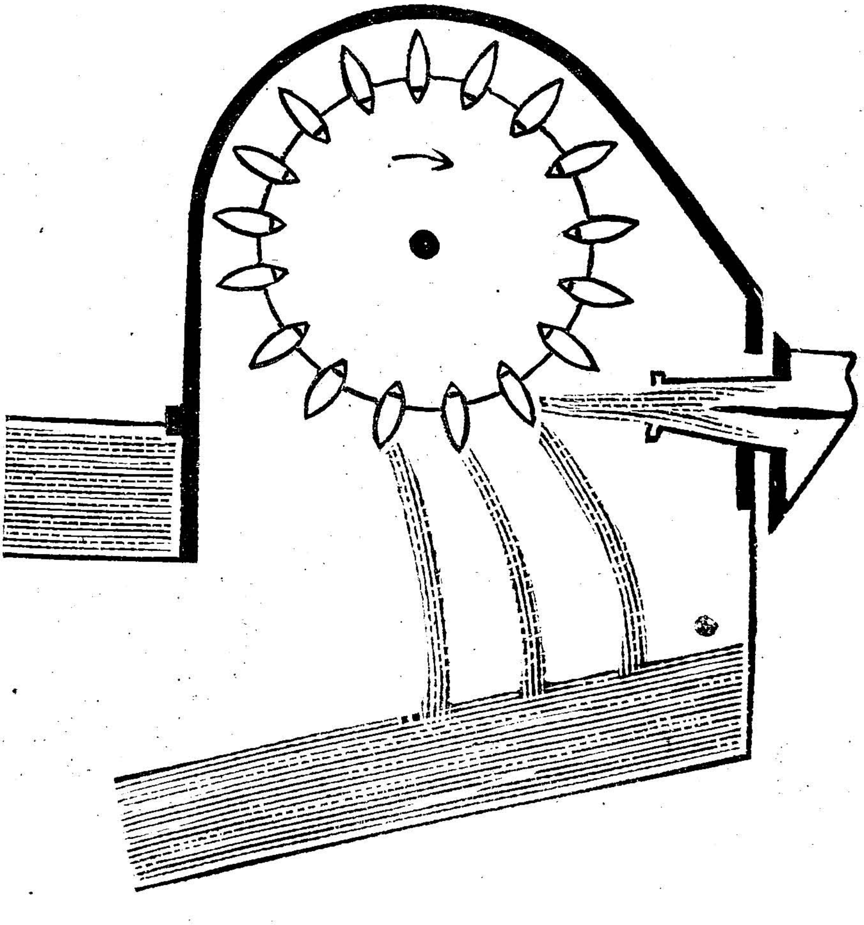
உபயோகப்படுத்தி வருகின்றார்கள். நம் நாட்டில் நாம் பெறக்கூடிய நீர்ச் சக்தியில் மூன்று சதமே தற்சமயம் பயன்பட்டு வருவதாக ஸர் எம். விசுவேசுவர அய்யா கூறுகிறார்.

நீர்ச் சக்தியை உருவாக்குவதற்குப் பல் சக்கர உருளைகள் (Turbines) உபயோகப்படுகின்றன. இவை இரண்டு வழிகளில் உபயோகப்படுகின்றன. செயல் முறையை ஒட்டி ஒன்றுக்கு ரி ஆக்ஷன் (Reaction) பல் உருளை என்றும், மற்றொன்றுக்கு இம்பல்ஸ் (Impulse) பல் உருளை என்றும் பெயரிட்டிருக்கிறார்கள். முதல் வகைப் பல் உருளையை விளக்க ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். ஒரு குளத்தில் இரண்டு படகுகளை மிதக்க விட்டு ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு மனிதரை நிற்க செய்வோம். ஒருவர் மற்றொருவரைத் தள்ளினால் என்னவாகும்? அவர் எத்திசையில் தள்ளுகிறாரோ அத்திசையில் தள்ளப்பட்டவரின் படகு நகர்ந்து செல்லும். இதுமட்டும் அல்லாமல் தள்ளினவரின் படகும் அதற்கு எதிர்த் திசையில் பின்னோக்கிப் போகும். செத்தவன் பாரம் சுமந்தவன் தலையில் என்று ஓர் பழமொழி உண்டல்லவா? அதில் அடங்கிய கருத்து தான் படகுகள் விலகிப்போவதிலும் இருக்கிறது. ஒவ்வொரு சக்திக்கும் ஒரு எதிர்ச் சக்தி (Reaction) உண்டு என்று விஞ்ஞானிகள் இக் கருத்தை எடுத்துக் கூறுவார்கள். இது ஒரு இயற்கை விதி. நம் கையினால் மேஜையை அழுத்தினால் மேஜை நமது கையை மேல்நோக்கி அழுத்து

கிறதல்லவா? இக் கருத்துத் தான் ரி ஆக்ஷன் பல்லுருளையில் அடங்கி இருக்கிறது. பெரிய நந்தவனங்களிலும் தோட்டங்களிலும் நடுவே நீர் பீரிட்டு வருவதற்காக ஓர் கருவி (Fountain) வைத்திருப்பதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இந்தக் கருவியின் தலையில் உள்ள குமிழிலிருந்து நீர் சிறு துவாரங்கள் வழியாகப் பீரிட்டு வரும். இதனால் குமிழும் சுழன்று கொண்டிருக்கும். பீரிட்டு வரும் நீர்ச்சக்தியின் விளைவாக, குமிழுக்குச் சுழற்சி உண்டாகிறது. இதே மாதிரியாக ரி ஆக்ஷன் பல்லுருளையும் சுற்றுகிறது. நீர் வீழ்ச்சியின் உயரம் முன்னூறு அடிக்குள் இருக்கும் பக்ஷத்தில் இத்தகைய ரி ஆக்ஷன் பல் உருளைகள் தான் சிலாக்கியமானது.

இம்பல்ஸ் பல்லுருளை என்று மற்றொரு வகையில் உருளையின் பரிதியில் பற்களைப்போலவே தகடுகள் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும், இத் தகடுகள் எல்லாம் சமதளமாக இராமல் அகல் விளக்கைப்போல் குழிவுடன் இருக்கும். உருளையின் அடியில் மிக தாழ்ந்த நிலையில் இருக்கும் தகட்டை நோக்கி வருமாறு ஒரு நீர்த்தாரை அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த நீர்த்தாரை தகட்டைத்தாக்குவதினால் உருளை சுழல ஆரம்பிக்கும். தகடு விலகி அதற்கடுத்தாற்போலுள்ள தகடு அது இருந்த இடத்துக்கு வரும். இதுவும் முன் தகட்டைப்போல் நீர்த்தாரையினால் தாக்கப்படும். இவ்வாறாக ஒவ்வொரு தகடும் நீரினால் தள்ளப்படுவதால் உருளை வெகு விரைவாக சுழ

லும். தகடுகள் குழிவாக இராமல் சமதளமாக இருக்கும்பக்ஷத்தில் நீர்ச்சக்தி முழுவதும் உருளையை இயக்கப் பயன் படுகிறதில்லை. இதை நிவர்த்தி செய்யவே குழியுள்ள தகடுகளை உருளையின் பரிதி



பெல்டன் சக்கரம்.

யில் பொருத்தப்படுகின்றன. இத்தகைய பல்லுருளைக்குப் பெல்டன்சக்கரம் (Pelton wheel) என்று

பெயர். ஆயிரக்கணக்கான அடி உயரத்திலிருந்து விழும் தண்ணீரின் சக்தியைப்பெற இத்தகைய பல் லுருளைகளே உபயோகப்படுகின்றன.

நீர்ச் சக்தியைபோல நீராவிச் சக்தியும் பயன் பட்டு வருகின்றது. நீரைக் காய்ச்சினால் அது ஆவியாக மாறுவதை அனைவரும் அறிவார்கள். நீர் ஆவியாக மாறும் போது அதன் பருமை சுமார் ஆயிரத்து எழுநூறு மடங்கு அதிக ரிக்கின்றது. திறந்த பாத்திரத்தில் நீரைக் கொதிக்கவைத்தால் இப்பருமை அதிகரிப்பு நமக் குப் புலப்படாது. இவ்வாறில்லாமல் நன்றாக மூடிய பாத்திரத்தில் நீரைக் காய்ச்சினால் இப் பருமை அதிகரிப்பு தடைப்படுகின்றது. இதனால் நீரை ஆவியாக மாற்றுவதற்கு அதிக வெப்பம் வேண்டியிருக்கிறது. மற்றும் நீராவி குறுகிய இடத்தில் இருக்க வேண்டியிருப்பதால் அதிக இறுக்கத்திற்கு (Pressure) உள்ளாகிறது. நம் மீது வீசும் காற்றின் இறுக்கம் சதுர அங்குலத் திற்கு ஏறக்குறைய பதினைந்து பவுண்டு எடை இருக்கும். இதைக் காட்டிலும் பல மடங்கு அதிக மான இறுக்கத்தில் நீராவி கொதிகலத்தில் அடைபட்டிருக்கும். பாத்திரத்தைச் சிறிது திறந்து விடவேண்டியதுதான். பூதம் கிளம்புவதுபோல நீராவி ஓவென்று இரைச்சலுடன் வெளியே வரும். சில சமயம் ரயில்வே இன்ஜினின் கொதிகலத்தில் நீராவியின் இறுக்கம் அதிகமாக இருக்கும்போது

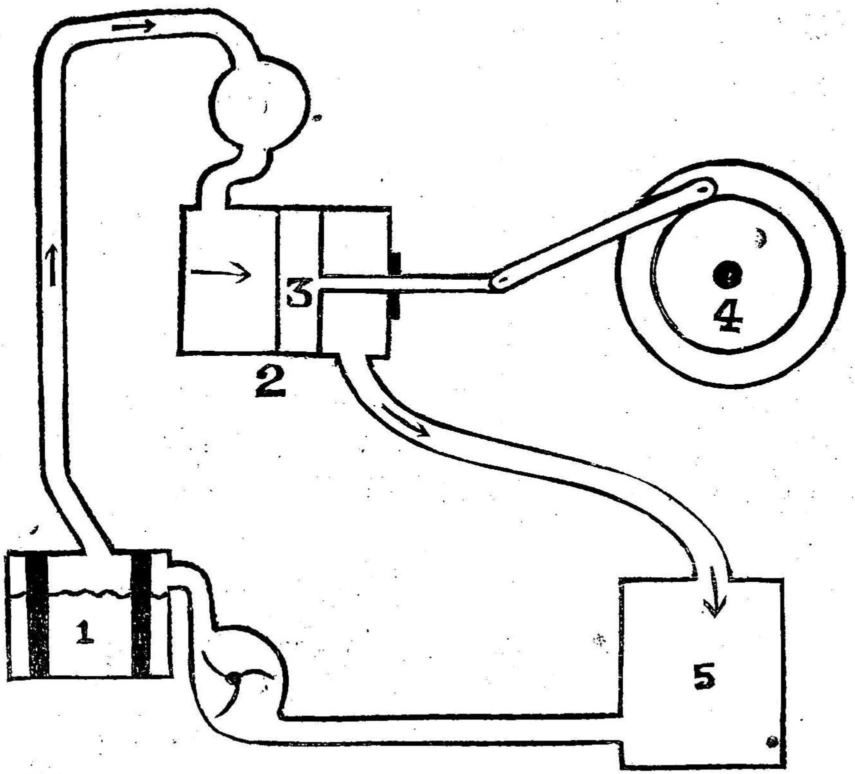
அதைக் குறைக்க நீராவியைச் சிறிது வெளியே விடுவார்கள். அப்போது கேட்கும் இரைச்சலை ரயிலிலுள்ளவர்கள் மறக்கமாட்டார்கள். இவ்வாறு அதிக இறுக்கத்தில் அடைபட்டிருக்கும் நீராவியின் சக்தியையும் பயன் படுத்தலாம்.

நீர்ச் சக்திக்கும் நீராவிச் சக்திக்கும் ஒரு வித்தியாசம் உண்டு. தன் எடையினாலோ அல்லது ஓட்டத்தினாலோ நீருக்கு ஏற்படுவதுதான் நீர்ச் சக்தி. ஆனால் நீராவியின் சக்தி வெப்பத்தின் விளைவாக உண்டாகிறது. நிலக்கரியை எடுத்து அதிலிருந்து கிடைக்கும் வெப்பத்தைக்கொண்டு நீராவி உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. இவ்வாறு நிலக்கரியிலிருந்துபெறும் சக்தியைத்தான் நீராவி மீண்டும் தருகிறது. நிலக்கரியைச் சிக்கனமாக எரித்து அதுவெளியிடும் வெப்பத்தைச் சிறிதும் சேதமில்லாமல் காய்ச்சுவதற்குப் பயன்படுத்தினால் தான் நீராவிச் சக்தி லாபகரமாக இருக்கும், இதை நிறைவேற்றுவதற்குக் கொதிகலங்களை (Boilers) தக்கவாறு அமைக்கவேண்டும். நிலக்கரிச்சக்தியில் நூற்றுக்கு எண்பது பங்கு வரை பயன் படுத்தும் கொதிகலங்கள் தற்காலம் அமைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கொதிகலங்களினுள்ளே நீள வாட்டத்தில் அடுக்கடுக்காகக் குழாய்கள் இருக்கும். நிலக்கரியிலிருந்து கிளம்பும் ஜ்வாலை இக் குழாய்களைத் தாக்கும். அதனால் குழாய்களினுள்ளிருக்கும் நீர் சூடேறி ஆவியாக மாறும். குழாய்களின் உள்ளே

ஜ்வாலையைச் செலுத்தி, குழாய்களின் இடையே உள்ள சந்துகளின் வழியாக நீரை வரச்செய்து அதை ஆவியாக்கும் கொதிகலங்களும் உண்டு. கொதிகலங்களிலுள்ள நீராவியை எவ்வாறு பயன் படுத்துகிறார்கள் என்பதை இப்போது விவரிப் போம்.

இதைச் செய்வது நீராவி என்ஜின். இதில் ரெஸிப்ரோகேடிங் (Reciprocating) வகை என் றும், டர்பைன் (Turbine) வகை என்றும் இரு வகைகள் உண்டு. இவற்றின் அமைப்பு வேறு படும். இருப்புப் பாதைகளின் மீது செல்லும் வண் டிகளை இழுக்க ரெஸிப்ரோகேடிங் வகை என்ஜின் கள்தான் உபயோகப்படுகின்றன. கடலில் கப்பல் களை ஓட்டுவதற்கு அதிக சக்தி வாய்ந்த டர்பைன் வகை என்ஜின்கள்தான் உபயோகப்படுகின்றன. சில மின்சார நிலையங்களிலும் டர்பன் வகை என் ஜின்களை உபயோகிக்கின்றார்கள். ரெஸிப்ரோ கேடிங் என்ஜின்தான் முதலில் கண்டு பிடிக் கப்பட்டது. இதைக் கண்டு பிடித்தவர் ஜேம்ஸ்வாட் என்ற ஆங்கில விஞ்ஞானி. பொருளாதாரத் துறை யில் இங்கிலாந்து நெடுநாள் வரை ஆதிக்கம் செலுத்தி வந்ததற்குக் காரணம் இவ்வென்ஜின்கள் அங்கே அதிகாக செய்யப்பட்டு மற்ற நாடுக ளுக்கு ஏற்றுமதி ஆகிவந்ததின் விளைவே ஆகும். இவ்வகை என்ஜினின் முக்கிய பாகங்கள் குழாய், பீச்சான், வழுக்குக் கதவு (Sliding valve). இவ்வென்ஜின் வேலைத் தத்துவத்தைச்

சுலபமாக அறியலாம். கொதிகலத்தில் மிகுந்த இறுக்கத்தில் இருக்கும் நீராவி வழுக்குக்



ரெஸிப்ரோகேடிங் என்ஜின்: 1. கொதிகலம்; 2. குழல்; 3. பீச்சான்; 4, சக்கரம்; 5. நீராவி குளிரும் அறை.

கதவு மூலம் குழாயினுள் நுழைந்து பீச்சானைத் தள்ளும். அதன் சக்தி செலவழிந்தவுடன் நீராவி கீழே உள்ள குழாயின் வழியாக வந்து ஓர் அறையில் நீராகக் குளிர்ந்து விடும். இறைவி (Pump) ஒன்று

நீரை மறுபடியும் கொதிகலத்திற்குள் செலுத்தும். பீச்சான் முன்னும் பின்னுமாக உழலும்போது அதனுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சக்கரம் சுழலும். பீச்சானின் இயக்கத்தைச்சுழற்சியாக மாற்றுவதில் சக்தி சிறிது சேதமாகிறது. பீச்சானின் நிறை அதிகமாயிருப்பதனாலும் பீச்சானின் அசைவினால் என்ஜினுக்கே ஆட்டம் ஏற்படுவதினாலும் அதிக குதிரைத்திறன் விசை வேண்டிய காரியங்களுக்கு இவ்வகை என்ஜின்கள் உபயோகிப்பதில்லை.

டர்பைன் என்ஜின் என்ற மற்றொரு வகை சுமார் அறுபது வருஷங்களுக்கு முன்புதான் டிலவால் (Delaval) என்ற ஸ்வீடிஷ் விஞ்ஞானியால் கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. இந்தப் பின்னும் சீர் திருத்தி அமைத்தவர் பார்ஸன் (Parson) என்ற விஞ்ஞானி. பார்ஸன் அமைத்த என்ஜின்கள் தான் அதிகமாக உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. இவ்வென்ஜின்களினுள்ளே இருக்கும் உருளையின் பரிதியில் பற்களைப்போல அநேக குழிந்த தகடுகள் அமைந்திருக்கும். நீராவி பீரிட்டு வந்து இத்தகடுகளைத்தாக்கும். இத்தாக்குதலினால் உருளை சுற்றுகிறது. பார்ஸன் இயற்றிய என்ஜினின் உருளையைச் சூழ்ந்து இக்குழிந்த தகடுகளுக்கு எதிராக மற்றொரு வட்டத்தில் நிலையான தகடுகள் அமைந்திருக்கும். நீராவி இவ்விருவகைத் தகடுகளிடையே நுழைந்து உருளையைச் சுற்றுகிறது. இத்தகைய என்ஜின்களில் உருளையின் சுழற்சி வேகம் செகண்டுக்கு லக்ஷம் சுற்றுகளுக்குமேல் இருக்குமாம். டர்பைன்

வகை என்ஜின்களை ரெஸிப்ரோகேடிங் என்ஜின்களைக் காட்டிலும் அதிகமாக விரும்புவதற்கு மற்றொரு காரணமும் உண்டு. நிலக்கரியிலிருந்து கிடைக்கும் வெப்பத்தில் நூற்றுக்கு இருபது பங்கைத்தான் ரெஸிப்ரோகேடிங் என்ஜின் உபயோகமுள்ள சக்தியாக மாற்றுகிறது. ஆனால் டர்பைன் என்ஜின்கள் நிலக்கரி வெப்பத்தில் நூற்றுக்கு முப்பது பங்கு வரை சக்தியாக மாற்றுகிறது. இவ்வாறாக நீர்ச்சக்தியையும் நீராவிச்சக்தியையும் தக்க சாதனங்களைக் கொண்டு பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். இனி, எண்ணெய்ச் சக்தியைக் கவனிப்போம்.

எண்ணெய்ச் சக்தி

கோவில் திருவிழாக் காலங்களில் அதிர்வேட்டுப் போடுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். வேட்டுப் போடுபவன் அதிக பளுவான ஒரு மரக் கட்டையில் பொருத்திவைக்கப்பட்டிருக்கும் இரும்புக் குழாய்களில் வெடி மருந்தைப் போட்டு அதன் மேல் மண்ணையும் கல்லையும் உடைத்து வைத்து, குழாயை இறுக மூடிவிடுவான். தூரத்தில் நின்று கொண்டு மரக்கட்டையின் மீது தூவியுள்ள வெடி மருந்தைப் பற்றவைப்பான். இதிலிருந்து நெருப்பு,

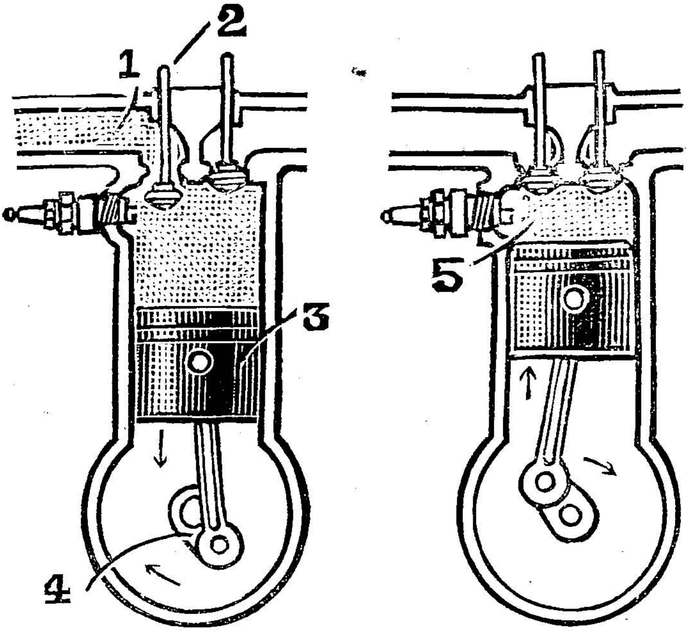
குழாய்களினுள்ளிருக்கும் மருந்தைத் தாக்கும். உடனே மருந்து எரியத் தொடங்கும். புகை ஏராளமாக உண்டாகி வெளிப்படுவதற்கு வழி இல்லாமல் தடைப்படுகிறது. அகற்சியினால் அது கெட்டித்து வைத்திருக்கும் கல்லையும் மண்ணையும் தள்ளிக்கொண்டு பெரிய சத்தத்துடன் வெளிப்படுகிறது. வெடி மருந்தைப்போலப் பெட்ரோல் எண்ணெயும் காற்றும் கலந்து எரியும்போது கலவைக்கு அகற்சி கட்டுக்கடங்காமல் உண்டாகிறது. இதைத் தக்கவாறு நிகழச் செய்து அதைப் பயன் படுத்தும் சாதனம் தான் பெட்ரோல் என்ஜின். இந்த என்ஜினின் அமைப்பைப் பார்க்குமுன் பூமியினடியிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயைப் பற்றிய சில விவரங்களைப் பார்ப்போம்.

ஆங்கிலேயர்களுக்கு நிலக்கரிப்புதையல் கிடைத்தது போல அமெரிக்கர்களுக்கு எண்ணெய்ப் புதையல் அகப்பட்டது. உலகத்தின் எல்லாப் பாகங்களிலிருந்து பிரதி வருஷமும் தோண்டி எடுக்கப்படும் எண்ணெயின் அளவு முப்பத்தைந்து கோடி டன்கள். இதில் முக்கால் பங்கு அமெரிக்காவில் தான் எடுக்கப்படுகிறது. பாக்கியுள்ளது இரான், இராக், பர்மா முதலிய நாடுகளில் கிடைக்கின்றன. நீரகவாயும் (Hydrogen) கரியும் (Carbon) பல்வேறு அளவுகளில் கலந்துள்ள எண்ணற்ற பொருள்கள் இந்த எண்ணெயில் இருக்கின்றன. இவற்றை நீரகச் சத்துக்கள் (Hydrocarbons) என்று கூறுவார்கள். ஒவ்வொரு

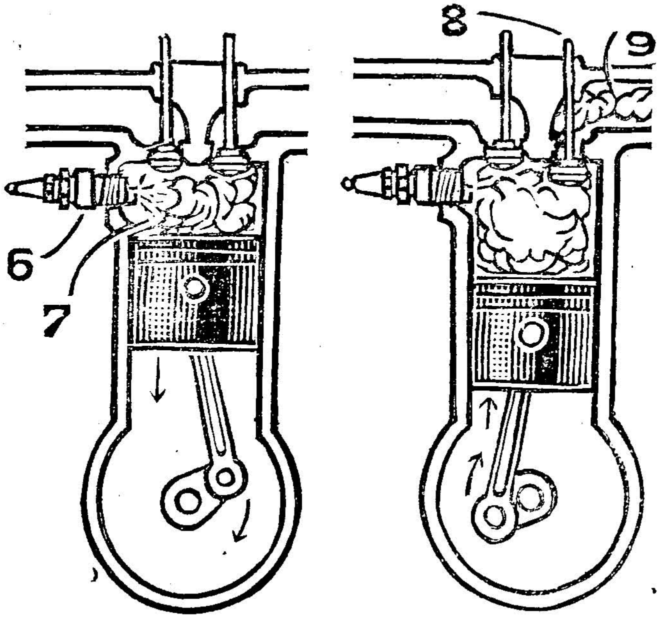
திரவப் பொருளும் காய்ச்சப் படும்போது ஒரு நிலை யில் கொதித்து ஆவியாக மாறும். இது நிகழும் போது அத்திரவத்தின் சூட்டைக் கொதி நிலைச் சூடு (Boiling-point temperature) என்று சொல்லுவார்கள். உதாரணமாக, தண்ணீர் கொதித்து நீராவியாக மாறும்போது அதன் சூடு நூறு டிகிரி செண்டி கிரேடு இருக்கும். பூமியினடியிலிருந்து எடுக்கப்படும் எண்ணெயில் கலந்துள்ள திரவப் பொருள்கள் பல்வேறு கொதி நிலைச் சூடுகளைப் பெற்றிருக்கின்றன. இதைக் காய்ச்சும்போது அதில் உள்ள ஒவ்வொரு திரவப் பொருளும் ஒவ்வொரு சூட்டு நிலையில் கொதித்து ஆவியாக மாறும். இவ்வாருக எண்ணெயில் கலந்துள்ள திரவப் பொருள்கள் ஒவ்வொன்றையும் தனித் தனியாகப் பிரித்து விடுவார்கள். இத்திரவப் பொருள்களில் முதன் முதல் பிரசித்தி ஆன பொருள் கிரோஸின் (Kerosene) எண்ணெய். இதைத்தான் இன்னும் நாம் மண் எண்ணெய் என்று சொல்லுகிறோம். இது தோண்டி எடுத்த மொத்த எண்ணெயில் இருநூற்றில் ஒரு பங்கு இருந்தது. இதை விளக்கு எரிப்பதற்கு உபயோகித்து வந்தார்கள். பாக்கியை உபயோகப் படுத்த வழி தெரியாமல் வீணுக்கி வந்தார்கள். இத்திரவப் பொருள்களில் வெகு சுலபமாக ஆவியாகக்கூடிய பொருள் பெட்ரோல் எண்ணெய். இது வெகு சீக்கிரத்தில் நெருப்புப் பிடித்து எரிந்து விடும். எனவே கிரோஸின் எண்ணெயைப்போல இதை விளக்குகளுக்கு உபயோகிக்க முடியாது.

இதற்கு ஓர் உபயோகத்தைக் கண்டு பிடித்தார்கள். இதன் சக்தியை உபயோகப் படுத்தி ஓடக்கூடிய என்ஜின் ஒன்றை அமைத்தார்கள். உடனே கிரோஸினின் செல்வாக்குக் குறைந்து இதன் செல்வாக்கு உயர்ந்து விட்டது. கிரோஸினின் உபயோகம் குறைந்ததற்கு மற்ருெரு காரணமும் உண்டு. மின்சார விளக்குகள் பிரபலமடைந்தவுடன் கிரோஸின் விளக்குகள் போயின. தோண்டி எடுக்கப் படும் மொத்த எண்ணெயில் பெட்ரோல் எண்ணெயும் ஐந்தில் ஒரு பங்குதான் இருந்தது. முன்போலப் பாக்கி எண்ணெயை முழுவதும் உபயோகிக்க முடியாமல் வீணுக்கி வந்தார்கள். இதுவும் சீக்கிரத்தில் நிவர்த்திக்கப் பட்டது. டீசல் என்ற ஜெர்மன் விஞ்ஞானி பெட்ரோல் அல்லாத சாதாரண எண்ணெயைக் கொண்டு ஓடக்கூடிய ஒரு என்ஜினை அமைத்தார். இது பெட்ரோலைப் போலச் சீக்கிரத்தில் ஆவியாக மாறுகிறதில்லை. தற்காலம் எண்ணெயில் கலந்துள்ள திரவப் பொருள்களைப் பிரிக்கும் முறைகளில் அநேக சீர்திருத்தங்கள் ஏற்பட்டிருக்கின்றன. எண்ணெயைக் காய்ச்சும்போது அதன் இறுக்கத்தையும் (Pressure), சூட்டையும் தக்கவாறு மாற்றி அதில் உள்ள கன அணுக்களை இலேசான அணுக்களாக மாற்றி எல்லாவித எண்ணெய்களையும் வேண்டிய அளவுக்குப் பெற்று வருகிருர்கள். இதனுல் பூமியினடியிலிருந்து தோண்டி எடுக்கப் படும் எண்ணெய் முழுவதும் பயன் பட்டுவருகிறது.

எண்ணெய் என்ஜின்களை உள்ளெரி என்ஜின்கள் (Internal Combustion engines) என்று கூறுவார்கள். நீராவி என்ஜின்களை வெளி எரி என்ஜின்கள் (External Combustion engines) என்று கூறுவார்கள். நீராவி என்ஜின்களில் நீரை ஆவியாக மாற்றுவதற்கு நிலக்கரி தனியாக எரிக்கப்படும். இதனால் அவற்றை வெளி எரி என்ஜின்கள் என்கிறார்கள். எண்ணெயும் காற்றும் சேர்ந்து எரிவதனால் இவற்றுக்கு உள்ளெரி என்ஜின்கள் என்று பெயர் வந்தது. இப்பொழுது பெட்ரோல் என்ஜினின் தொழில் முறையைக் கவனிப்போம். இத்தகைய என்ஜினின் நான்கு நிலைகள் தனித்தனியே நான்கு படங்களில் குறிப்பிடப்பட்டிருப்பதைக் கவனிக்கவும். முதலில் பெட்ரோல் எண்ணெயின் ஆவியும் காற்றும் கலந்த கலவை குழலினுள்ளே உறிஞ்சப்படும் நிலையைக் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இக்கலவையில் எண்ணெய் அதிகமாக இருக்குமானால் அதிகவெப்பம் ஏற்பட்டுச் சேதம் உண்டாகும். எண்ணெய் குறைவாக இருக்குமானால் வேண்டிய அளவுக்கு வெப்பம் உண்டாகாது. சரிவர எண்ணெயையும் காற்றையும் கலப்பதற்கு என்ஜினில் கார்புரேட்டர் (Carburettor) என்னும் சாதனம் பிரத்தியேகமாக உண்டு. அமுக்கப்படும் போது கலவையின் இறுக்கம் வெளிக் காற்றின் இறுக்கத்தைவிடச் சுமார் ஆறுமடங்குக்கு மேலாகி விடுகிறது. உடனே கலவையில் மின் பொறி பாயுமாறு செய்யப்படும். கலவை அனல்



1. பெட்ரோல் எண்ணெயின் ஆவியும் காற்றும் கலந்த கலவை.
2. உள்ளே இழுக்கும் "வால்வ்" 3 பீச்சான்
4. கிராங் (யந்திரத்தின் கைப்பிடி). 5. கலவை.



6. ஸ்பார்க் பிளக்
7. விரிவடையும் கலவை. 8. வெளியே தள்ளும் "வால்வ்"
9. எரிந்த கலவை வெளியாகிறது.

மூண்டு எரியத் தொடங்குகிறது. இதன் விளைவாக ஆவியின் இறுக்கம் வெளிக் காற்றின் இறுக்கத்தை விடச் சுமார் இருபத்தைந்து மடங்குக்கு மேல் உயர்ந்து விடுகிறது. பீச்சான் மிகுந்த வலிமை யுடன் உதைத்துத் தள்ளப் படுகிறது. மூன்ருவது படத்தில் இங்நிலையைக் காணலாம். நான்காவது படத்தில் எரிந்த கலவை வெளியே தள்ளப்படு வதைப் பார்க்கலாம். குழலினுள் மீண்டும் மீண்டும் இதுபோல் நிகழ்ந்து கொண்டிருக்கும். ஒவ்வொரு முறையிலும் பீச்சான் மேலும் கீழுமாக நான்கு தரம் போகும். மூன்ருவது தடவையில் தான் பீச்சான் வேகமாக உதைத்துத் தள்ளப்படுகிறது. இதுவே என்ஜினின் இயக்கத்திற்குக் காரணமாகி றது. இவ்வாறு என்ஜின் விட்டு விட்டு வேலை செய்வதை ஈடுபடுத்த ஒரு குழலுக்குப் பதிலாக நான்கு குழல்களை ஒரே சமயத்தில் வேலை செய்யு மாறு அமைத்துக்கொள்வார்கள். நான்கு குழல்க ளுக்கு அதிகமான குழல்களை உபயோகிக்கும் என் ஜின்களும் உண்டு. இம்மாதிரி செய்வதினுல் பீச் சானின் உதைப்புத் தொடர்ந்து ஏற்பட்டு என் ஜின் எப்பொழுதும் சீராக இயங்கிக் கொண்டி ருக்கும்.

பெட்ரோல் என்ஜின் மோட்டார் வண்டி ஆகாயவிமானம் இவற்றுக்கு மட்டும்தான் உபயோகப்படுகிறது. பெட்ரோலின் விலை அதிகம். எனவே பெட்ரோல் என்ஜின்களை மற்றக் காரியங் களுக்கு உபயோகப்படுத்த முடிகிறதில்லை. எண்

ணெய் என்ஜின்களில் டீசல் (Diesel) என்ஜின் என்று மற்றொரு வகை உண்டு. பெட்ரோல் என்ஜினுக்கும் இதற்கும் வித்யாசமுண்டு. பெட்ரோல் என்ஜினில் இருப்பதுபோல இதில் கார்புரேட்டர் கிடையாது. மின் பொறியை உண்டாக்கும் சாதனமும் இல்லை. அதற்கு அவசியமும் இல்லை. பெட்ரோல் என்ஜினுக்கு உள்ளதுபோல இதற்குக் குழலும் பீச்சானும் உண்டு. முதலில் குழலினுள் காற்று மட்டும் உறிஞ்சப்படும். பீச்சான் இக்காற்றை அமுக்கும். இதனால் அதன் இறுக்கம் வெளிக்காற்றின் இறுக்கத்தை விட முப்பத்தைந்து மடங்கு உயர்ந்து விடுகிறது. இதே சமயத்தில் குழலினுள் எண்ணெய் பீச்சப்படும். உடனே கலவை எரிய ஆரம்பிக்கிறது. இறுக்கம் பின்னும் அதிகரித்துப் பீச்சான் வெகு வலிமையுடன் உதைத்துத் தள்ளப்படுகிறது. இதற்கு அடுத்தபடியாகப் பெட்ரோல் என்ஜினில் நிகழ்ந்ததுபோல எரிந்த புகை வெளியேற்றப்படும். பெட்ரோல் என்ஜினில் இருப்பதைக் காட்டிலும் அனேக மடங்கு குழலினுள்ளே இறுக்கம் அதிகமாகிவிடுவதால் இதைத் தாங்குவதற்குக் குழலையும் பீச்சானையும் வலுவுள்ளதாக அமைக்க வேண்டியிருக்கிறது. இதனால் டீஸல் என்ஜினின் எடை பெட்ரோல் என்ஜினின் எடையைக் காட்டிலும் பல மடங்கு அதிகமாக இருக்கும். ஆகாய விமானங்களுக்கும் மோட்டார் வண்டிகளுக்கும் இத்தகைய என்ஜின்கள் லாயக்கில்லை. சக்தி அதிகம் வேண்

டிய காரியங்களுக்குத்தான் இவை பயன்படும். கப்பல்களிலும், மோட்டார் லாரிகளிலும் டீஸல் என்ஜின்கள் உபயோகப்படுகின்றன. சில மின்சார நிலையங்களில் டைனமோக்களை ஓட்டுவதற்கும் பயன்படுகின்றன. எவ்வளவு நன்ருகச் செய்யப்பட்ட போதிலும் எண்ணெய் என்ஜின்களில் வெப்பம் முழுவதும் பயன்படுகிறதில்லை. வெப்பத்தில் நூற்றுக்கு இருபத்தைந்து மடங்கைத்தான் பெட்ரோல் என்ஜின் பிரயோஜனமுள்ள சக்தியாக மாற்றுகிறது. டீஸல் என்ஜின் வெப்பத்தில் நூற்றுக்கு நாற்பது மடங்கு பிரயோஜனமுள்ள சக்தியாக மாற்றுகிறது. இதை நிவர்த்தி செய்ய முடியாத சில இடைஞ்சல்கள் இவ்விரண்டு வகை என்ஜின்களிலும் இருக்கின்றன. இவற்றில் எண்ணெயும் காற்றும் கலந்து எரியும்போது ஏற்படும் அதிர்ச்சி பூரணமாவதற்குச் சிறிது நேரமாகிறது. இதற்குள் வெப்பம் குழலுக்குப் பரவி அதைப் பழுக்கக் காய்ச்சி விடுகிறது. இந்த வெப்பம் வீண்தான். அவ்வப்போது குழலைக் குளிர்விக்கத் தக்க சாதனங்களை இவ்விரு வகை என்ஜின்களிலும் அமைத்திருக்கிருர்கள். மற்றும் எரிந்தபின் தங்கி நிற்கும் ஆவியில் வெப்பத்தில் பெரும் பகுதி பிரயோஜனப்படாமல் தங்கிவிடுகிறது. இக்காரணங்களினுல் எண்ணெய் என்ஜின்களின் திறமை (efficiency) வெகுவாகக் குறைந்து விடுகிறது. தற்காலம் எண்ணெயும் எண்ணெய் என்ஜின்களும் கப்பல்களில் அதிகமாக உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. சென்ற 1940

ஆம் ஆண்டில் உலக முழுதும் சென்று வந்த வியா பாரக் கப்பல்களின் மொத்த எடை எழுபது லக்ஷம் டன்கள். இக்கப்பல்களில் பாதிக்குமேல் எண்ணெயினால் அனல் மூட்டி வந்தார்கள். இதைக் கொண்டு நீராவியை உற்பத்தி செய்து வந்தார்கள். மற்றும் நீராவி என்ஜின்களினாலேயே இயக்கப் பட்டு வந்த கப்பல்களும் உண்டு.

எண்ணெய் என்ஜின்களில் ஜெட் என்ஜின்கள் (Jet engines) என்று ஒரு புதுவகை என்ஜின்கள் பிரபலமடைந்து வருகின்றன. இப்புதுவகை என் ஜின்களுக்குப் பெட்ரோல் என்ஜினேயும் டீசல் என்ஜினேயும் போலக் குழலும் பீச்சானும் கிடை யாது. இவற்றின் அமைப்பு மிகவும் எளிது. நீரோ அல்லது ஆவியோ மிகுந்த இறுக்கத்துடன் ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாக வந்தால் கன கடுமை யான வேகத்துடன் பீரிட்டுக் கொண்டு வெளி வரும். அது எவ்வளவு வலிமையுடன் முன்னேக்கிச் செல்லுகிறதோ அதே வலிமையுடன் துவாரமும் பின்னேக்கித் தள்ளப்படும். இவ்வாறு பின் னேக்கித் தள்ளும் சக்தியை ரி ஆக்ஷன் (Reaction) என்று சொல்லுவார்கள். இதைச் சுலபமாக ஓர் சோதனையினால் காட்டலாம். ஒரு புனலின் அடி யில் ஒரு ரப்பர் குழாயைச் சேர்த்துக் குழாயின் முனையை மூடிவிடவும். முனைக்கு அருகே பக்க வாட்டத்தில் குழாயில் ஒரு சிறு துவாரத்தைச்செய் யவும். புனலில் தண்ணீரை ஊற்றினால் அது குழாயினடியில் உள்ள சிறு துவாரத்தின் வழியா

கப் பீரிட்டுக் கொண்டு வரும். தண்ணீர் ஊற்ருமல் இருந்தபோது செங்குத்தாய்த் தொங்கிக் கொண்டிருந்த குழாய் தண்ணீர் பீரிட்டு வரும்போது சாய்ந்து தொங்குவதைப் பார்க்கலாம். இதற்குக் காரணம் பீரிட்டு வரும் நீரின் எதிர்த்தாக்கம் (Reaction) தான். இதே தத்துவம் ஜெட் என்ஜின்களிலும் பயன்படுகிறது. எண்ணெய் ஆவியும் காற்றும் பற்றி எரியும்போது உண்டாகும் புகையை ஒரு துவாரத்தின் வழியாகப் பீரிட்டு வரும்படி செய்வார்கள். வேகம் கனகடுமையாக இருக்கும். இவ்வாறு புகை பீரிட்டு வருவதனுலேயே என்ஜினும் வேகமாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கும். ஆனல் புகை வரும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் இயங்கிக் கொண்டிருக்கும். இத்தகைய என்ஜினை உபயோகிக்கும் ஆகாய விமானத்துக்கு ராக்கெட் (Rocket) என்று பெயர். இதற்கு மற்ற விமானங்களில் இருப்பது போல முடுக்கு விசிறிகள் தேவை இல்லை. இது வெற்றிடத்திலும் செல்ல வல்லது. எல்லாம் எண்ணெய்ச் சக்தியின் மகத்துவம் தான். அடுத்தபடியாக மின்சார சக்தியைக் கவனிப்போம்.

மின்சார சக்தி

அரேபியா நாட்டுக் கதைகளில் மிகவும் பிரசித்தமான கதை ஒன்று உண்டு. அல்லாவுதீன்

என்ற ஒரு சிறு பையனுக்கு ஒரு மந்திரவாதியின் உதவியால் ஓர் விளக்குக் கிடைத்ததாம். அதைத் தேய்த்தவுடனேயே ஒரு பூதம் வந்து அவன் இட்ட வேலையை நொடிப் பொழுதில் செய்து முடித்து விடுமாம். இதன் உண்மையைப் பற்றி ஒன்றும் சொல்லுவதற்கில்லை. ஆனால் தற்காலம் இம்மாதிரி ஒரு பூதம் உண்மையிலேயே நம்மிடை இருந்து வருகிறது. ஒரு ஸ்விட்சை (Switch) போட வேண்டியதுதான். உடனே மின்சாரம் என்னும் பூதம் கிளம்பி ஊர் முழுதும் விளக்குப் போட்டு விடும்; பெரிய இயந்திரங்களை ஓடச் செய்யும்; நொடிப்பொழுதில் நமக்குச் சாப்பாட்டைத் தயார் செய்துவிடும். இது செய்ய முடியாத வேலை கிடையாது. மற்றச் சக்திகளை உபயோகிப்பதைவிட மின் சார சக்தியை உபயோகிப்பதில் அநேக சௌகரி யங்கள் இருக்கின்றன. ஆறுகளோ அல்லது நீர் வீழ்ச்சிகளோ இருக்கும்இடங்களில்தான் நீர்ச் சக் தியைப் பயன் படுத்த முடியும். அவற்றுக்கு அரு காமையிலேயே தொழிற்சாலைகளை இயற்ற வேண் டும். ஆனால் நீர்ச்சக்தியை மின்சாரசக்தியாகமாற்றி விட்டால் அதை எங்கு வேண்டுமானாலும் கொண்டு போகலாம். நீராவிச் சக்திக்கும் இந்த நிர்ப்பந்தம் உண்டு. நிலக்கரி அதிகமாகக் கிடைக்கும் இடங்க ளில்தான் நீராவிச் சக்தியை உற்பத்தி செய்ய முடி யும். நிலக்கரி கிடைக்கும் இடங்களிலேயே தொழிற்சாலைகளை ஏற்படுத்த வேண்டியிருக்கி றது. ஆனால் நீராவிச் சக்தியை மின்சார சக்தியாக

மாற்றி விட்டால் சௌகரியமான இடங்களில் தொழிற்சாலைகளை ஏற்படுத்தி அவ்விடங்களுக்கு மின்சார சக்தியைக் கொண்டு போகலாம். மேலும் நீராவிச் சக்தியை உபயோகிக்கும் போது உண்டாகும் புகை, நாற்றம் முதலியவற்றைத் தவிர்க்கலாம். உலகில் எல்லாத் தொழிற்சாலைகளிலும் தற்காலம் மின்சார சக்திதான் உபயோகப்பட்டு வருகிறது. மின்சாரம் தண்ணீரைப் போல நமக்கு மிகவும் அவசியமான பொருளாகி விட்டது.

சாதாரணமாக மற்றச் சக்திகளைக் குதிரைத் திறன் (Horse Power) களில் அளவிடுவார்கள். மின்சார சக்தியைக் கிலோ வாட் (Kilowatt) களில் அளப்பார்கள். கிலோ வாட் என்பது வாட்டுகளில் ஆயிரம் மடங்கு கொண்ட ஒரு அலகு (Unit). "வாட்" என்றால் என்ன என்று சற்று விவரிப்போம். தண்ணீரைப் போல மின்சாரமும் மேட்டிலிருந்து பள்ளத்திற்குப் பாய்கின்றது. அதாவது மின்நிலை உயர்ந்த இடத்திலிருந்து மின் நிலை தாழ்ந்த இடத்திற்கு மின்சாரம் ஓடி வருகிறது. மின்நிலை உயர்ந்த இடங்களுக்கும் மின்நிலை தாழ்ந்த இடங்களுக்கும் உள்ள மட்ட வேற்றுமையை 'வோல்ட்' (Volt) என்ற அலகுகளில் அளப்பார்கள். நம் வீடுகளில் உபயோகிக்கும் மின்சார விளக்குக்களில் 220 v என்று போடப்பட்டிருப்பதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இவ்விளக்குகளை 220 'வோல்ட்' மட்ட வேற்றுமையில்தான் உபயோகிக்க வேண்டும்

என்று எச்சரிப்பதற்காகவே இந்த எண் போடப் பட்டிருக்கிறது. விளக்கில் பாயும் மின்சார அருவியின் பலத்தை 'ஆம்பியர்' (Ampere) என்ற அலகுகளில் அளப்பார்கள். 'ஆம்பியர்' களையும், 'வோல்ட்' களையும் பெருக்கி வரும் எண் ணுக்கு 'வாட்' (Watt) டுகள் என்று பெயர். இவை மின்சார சக்தியின் அளவைக் குறிக்கும். மின்சார விளக்குகளில் 220 v என்று போடப்பட்டிருப்ப தோடு அதன் அருகில் 60 w என்றோ 40 w என்றோ போடப்பட்டிருப்பதை அனைவரும் கவனித்திருக்க லாம். விளக்கு எரியும்போது அது உட்கொள்ளும் மின்சார சக்தியின் அளவை இந்த எண் குறிக்கி றது. இவ்வாட்டுகளில் ஆயிரம் மடங்கைத் தான் ஒரு கிலோ வாட் என்று கூறுவார்கள். இது ஒன்றே காலே அரைக்கால் குதிரைத் திறனுக்கு (Horse Power) சமனாக இருக்கும். மின்சார கம்பெனியார் நாம் உபயோகிக்கும் மின்சார சக் தியை அளக்க 'மீட்டர்' என்ற கருவியை அமைத்து அது காட்டும் அளவுக்குத் தகுந்தபடி கட்டணம் வசூலிப்பதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். ஒரு கிலோவாட் அளவுள்ள மின்சாரம் ஒரு மணி நேரம் பாய்வதை ஆதாரமாகக் கொண்டு கட்ட ணத்தைக் கணக்கிடுவார்கள். இந்த அலகைக் கிலோ வாட்—மணி (Kilo-Watt-Hour) என்று கூறுவார் கள். கட்டணம் கணக்கிடும் விதத்தை விளக்க ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். மின்சார சக்தி யூனிட் நாலணாவுக்குக் கொடுக்கும் இடத்தில்

இருபத்தைந்து வாட் (25 W) விளக்குகளில் இருபது விளக்குகளைப் பத்து மணி நேரத்துக்கு எரிய விட்டால் என்ன செலவாகும் என்று பார்ப்போம். இருபது விளக்குகளின் மொத்த வாட்டுகள் 500 ஆகிறதல்லவா? இது கிலோவாட்டில் சரிபாதி ஆகும். விளக்குகள் பத்து மணி நேரம் எரித்தால் செலவழியும் சக்தியின் யூனிட் ஐந்தாகும். எனவே கட்டணம் ஒன்றேகால் ரூபாய் கொடுக்க வேண்டும்.

மேல் நாடுகளில் அவர்கள் மின்சார சக்தியைப் பயன்படுத்துவதுபோல நம் நாட்டில் நாமும் பயன்படுத்த ஆரம்பிக்கவில்லை. அவர்கள் உற்பத்தி செய்யும் மின்சார சக்தியின் அளவைப்பற்றிய சில புள்ளி விவரங்களைப் பாருங்கள், சென்ற 1938ஆம் ஆண்டில் தயாரித்த திட்டத்திலிருந்து இப் புள்ளி விவரங்கள் எடுக்கப்பட்டிருக்கின்றன. கானடா (Canada) தேசத்தில் இரண்டாயிரத்து அறுநூறு கோடி கிலோவாட் மணி மின்சார சக்தியை உற்பத்தி செய்து வருகிறார்களாம். அமெரிக்காவில் பதினைந்தாயிரம் கோடி கிலோவாட் மணி மின்சார சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறார்கள். இங்கிலாந்தில் மூவாயிரம் கோடி கிலோவாட் மணி மின்சார சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறார்களாம். ஸ்விட்ஜர்லாந்து (Switzerland) என்பது ஒரு சிறிய தேசம். அதில்கூட எழுநூறு கோடி கிலோவாட் மணி மின்சார சக்தியை உற்பத்தி செய்கிறார்கள். ஆனால் நம் நாட்டில் முந்

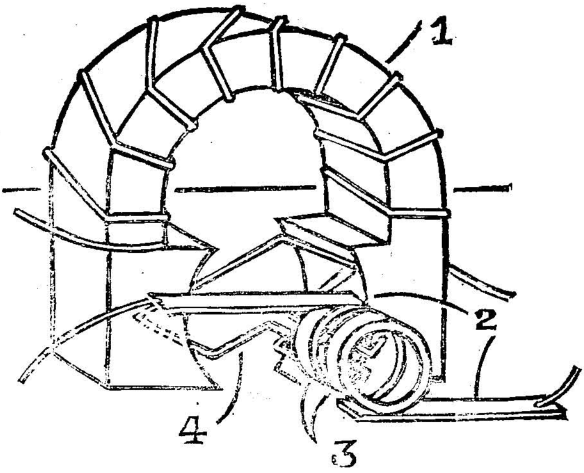
நூற்றைம்பது கோடி கிலோவாட் மணி மின்சார சக்திதான் உற்பத்தி செய்யப்படுகிறது. மின்சார சக்தியை உற்பத்தி செய்ய அவர்களுக்கு இருக்கும் வசதிகளைக்காட்டிலும் நமக்கு அதிகமான வசதிகள் இருக்கின்றன. மின்சார சக்தியைப் பெருத்த அளவில் உற்பத்தி செய்ய நிலக்கரிச்சக்தி அல்லது எண்ணெய்ச் சக்தி அல்லது நீர்ச் சக்தி வேண்டும். நம் நாட்டில் நீர்ச்சக்திக்குப்பஞ்சமில்லை. நாட்டிலுள்ள ஜீவ நதிகள் தண்ணீரை வீணில் சமுத்திரத்தில் கொட்டுகின்றன. சில சமயம் அவை கட்டுக் கடங்காமல் வெள்ளமாகப்பாய்ந்து நாட்டைப் பாழாக்குகின்றன. அமெரிக்காவில் Tennesse Valley என்ற இடத்தில் செய்வதுபோல நம் நாட்டிலுள்ள பெரிய நதிகள் ஒவ்வொன்றையும் கண்காணித்து, வெள்ளப்பாழ் ஏற்படாதவாறு செய்வதுடன் அதன் நீரைத் தேக்கி மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்யவேண்டும். சமீபத்தில் நேஷனல் பிளானிங் கமிட்டியார் (National Planning Commi-ttee) தயாரித்த திட்டத்திலிருந்து நம்பிக்கை உண்டாகிறது. நம் அரசாங்கத்தார் அவர்கள் தயாரித்திருக்கும் திட்டத்தைச் சீக்கிரத்தில் பூர்த்தி செய்ய வேண்டும். மின்சார சக்தியை ஏராளமாக உற்பத்தி செய்து போக்குவரத்துச் சாதனங்கள், தொழிற்சாலைகள் எல்லாவற்றையும் மின்சார மயமாக ஆக்கவேண்டும்,

மின்சார வியலில் டைனமோ (Dynomo) என்றும் மோட்டார் (Motor) என்றும் இரண்டு கருவி

கள் உண்டு. இவ்விரண்டும் மின்சார சக்தியின் வலது கண், இடது கண் என்று கூறும் படி விளங்குகின்றன. ஒன்று மின்சாரத்தை உற்பத்தி செய்கிறது. மற்றொன்று அதைப் பயன் படுத்துகிறது. மின்சார சக்தியைக் கண்டு பிடித்தவுடனேயே அதற்கும் காந்த சக்திக்கும் உண்டான தொடர்பை விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்து விட்டார்கள். ஒரு கம்பியில் மின்சாரம் பாய்ந்து கொண்டிருக்கும் போது அதற்கு அருகாமையில் காந்த சக்தியும் தென்படுகிறது. மின்சார அருவியின் பலத்திற்குத் தகுந்தவாறு காந்த சக்தியின் பலமும் அமைகிறது. மற்றும் அருவியின் திசைக்கு ஏற்ப, காந்த சக்தியின் திசையும் அமைகின்றது. இவற்றை எல்லாம் சிந்தித்தார் மைகேல் பாரடே என்ற விஞ்ஞானி. அதுவரை மற்றவர்களுக்குத்தோன்ருத யோசனை அவருக்குத் தோன்றிற்று. மின்சார சக்தியின் விளைவாகக் காந்த சக்தி ஏற்படுவதுபோல, காந்த சக்தியின் விளைவாக மின்சார சக்தி ஏன் ஏற்படக்கூடாது என்றயோசனை அவருக்கு உண்டாயிற்று. சோதனை செய்யலாஞர், ஒரு லாட காந்தத்தின் துருவங்களினிடையே ஒரு கம்பிச்சுருளைத் திடீரென்று நுழைக்கும்போது கம்பிச் சுருளில் ஒரு நொடிப் பொழுதுக்கு மின்சாரம் பாய்வதைக் கண்டார். இதைப் போலக் கம்பிச் சுருளைக் காந்த துருவங்களிடையிலிருந்து திடீரென்று வெளியே இழுத்தால் முன் பாய்ந்த திசைக்கு எதிர்த் திசையில் கம்பிச் சுருளில்

மறுபடியும் மின்சாரம் ஒரு நொடிப் பொழுதுக்குப் பாய்வதைக் கண்டார். இது தான் இவர் எதிர் பார்த்த முடிவு. இவர் கண்ட முடிவை ஆதார மாகக் கொண்டே 'டைனமோ' கருவி உடனே தோன்றிற்று. மின்சார யுகமும் உதயமாயிற்று.

'டைனமோ' கருவியைச் சற்று விவரிப்போம். இதில் ஒரு காந்தம் இருப்பதைக் காணலாம். இதன்



டைனமோவின் படம்.

1. காந்தத் துருவங்கள். 2. தூரிகைகள்.
3. வளையங்கள். 4. சுழலும் அடை.

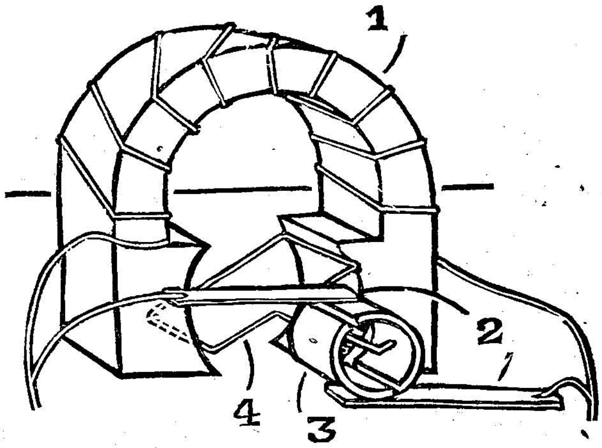
துருவங்களிடையே சுழலும் ஒரு கம்பி வளையத்தைக் கவனிக்கவும். இவ்வளையத்தின் இரு முனைகளோடு இரண்டு உருளைகள் இணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவ் வுருளைகளை இரண்டு பரிசங்கள் (Brushes) எப்பொழுதும் அழுத்திக் கொண்டு இருக்

கின்றன. இப்பரிசங்கள் மூலமாகத்தான் வெளியே மின்சாரம் கொண்டு போகப்படுகிறது. கம்பிகளை நேராக உபயோகிக்கக் கூடாதா ஏன் பரிசங்கள் மூலம் அவற்றை உபயோகிக்க வேண்டும் என்று நினைக்கலாம். கம்பிகளை நேராக இணைத்தால் வளையம் சுற்றும்போது அவையும் சுற்றி முறுக்கிக் கொள்ளும். இதைத் தடுப்பதற்காகவே பரிசங்கள் உபயோகிக்கப்படுகின்றன. காந்த துருவங்களி னிடையே கம்பி வளையம் சுழலும் போது அதில் ஒரு மின்னருவி பாய்கிறது. பாதிச் சுற்றுக்கு அருவியின் திசை ஒரு முகமாகவும் மற்றப் பாதிச் சுற்றுக்கு அருவியின் திசை அதற்கு எதிர் முகமாக வும் மாறி விடுகிறது. இவ்வாறு அருவியின் திசை கம்பி வளையம் ஒரு முழுச்சுற்றுச் சுற்றுவதற்குள் இரண்டு முறை மாறிவிடுகிறது. மின்னருவின் திசை மாறி மாறி வருவதால் இத்தகைய மின்சார ஓட்டத்துக்கு மாறு மின்னோட்டம் (Alternating Current) என்று பெயர். டைனமோக்களில் அடுத்தடுத்துப் பல கம்பி வளையங்கள் ஒன்றோ டொன்று சேர்க்கப்பட்ட அமைப்புத்தான் சுழலும். இதற்கு அடை (Almature) என்று பெயர். அடையில் உள்ள ஒவ்வொரு வளையத்தின் இரு முனைகளும் முன் கூறிய உருளைகளுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும். இந்தஅடையைச்சுற்றுவதற்குத்தான் நீராவிச் சக்தியோ அல்லது எண்ணெய்ச் சக்தியோ வேண்டியிருக்கிறது. நீராவியை உபயோகிக்கும் போது நீராவியைக்குறுகிய வாயுள்ள குழாய்களின்

வழியாக மிகுந்த இறுக்கத்துடன் பீரிட்டு வரச் செய்து அடையுடன் இணைக்கப் பட்டிருக்கும் பல் சக்கர உருளைகளை (Turbines) சுழலச் செய்வார் கள். எண்ணெய் ஆவியினால் ஓட்டப்படும் என் ஜின்களோடு அடையைப் பூட்டி அதைச் சுழலச் செய்யலாம். நீர்ச் சக்தியினால் அடையைச் சுற்றுச் வதுதான் இவ்விரண்டையும்விட இலாபகர மானது. ஆற்று நீரைத்தேக்கி அணைகட்டி அணை யின் அடியிலிருந்து தண்ணீரைப் பீரிட்டு வரச் செய்து பல் உருளைகளைக் கொண்டு அடையைச் சுழலச் செய்யலாம். அல்லது நீர் வீழ்ச்சி இருக் கும் இடங்களில் நீர் வீழ்ச்சிகளுக்குக் கீழே பல் சக்கர உருளைகளை அமைத்து அடையைச் சுழலு மாறு செய்யலாம். இவ்விரண்டு முறைகளையும் நம் நாட்டில் பயன் படுத்தலாம்.

கடைசியாக மின்சார சக்தியைப் பயன் படுத்தும் சாதனத்தைக் கவனிப்போம். இதிலும் டைனமோ வில் உள்ளதுபோலக் காந்தம் இருப்பதைக் காண லாம். அத்துடன் கம்பி வளையமும் உண்டு. வளை யத்தின் இருமுனைகளும் நீள வாட்டத்தில் இரு பாதிகளாகப் பிளக்கப் பட்டிருக்கும். ஒரு உருளை யின் இரண்டு பாதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக் கின்றன. இவ்விரண்டு பாதிகளும் ஒன்றுக் கொன்று சம்பந்தம் இல்லாமல் பிரிக்கப்பட்டிருக் கும். இவ்விரண்டு பரிசங்கள் (Brushes) எப் பொழுதும் அழுத்திக் கொண்டிருக்கும். பரிசங் கள் மூலமாகத்தான் மோட்டாரில் மின்சாரம்

நுழைகின்றது. வளையத்தில் மின்சாரம் பாய்ந்த வுடன் அது சுழல ஆரம்பிக்கும். வளையம் தொடர்ந்து ஒரே திசையில் சுற்றுவதற்காகவே அதன்



மோட்டார்.

1. காந்தத் துருவங்கள். 2. தூரிகைகள்.
3. காமுடேட்டர் என்னும் சாதனம்.
4. சுழலும் அடை.

இரண்டு முனைகளும் முற்கூறியபடி ஓர் உருளையின் இரண்டுபாதிகளுடன் இணைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. டைனமோவில் சுழலுவதுபோல மோட்டாரிலும் பல வளையங்கள் கொண்ட அடைதான் சுழலும். டைனமோவில் அடையைச் சுற்றுவதினால் மின் சாரத்தைப் பெறுகிறோம். மோட்டாரில் மின்சாரத்தை அடையில் செலுத்தி, சுழற்சியைப் பெறுகிறோம். இவ்வியக்கத்தினால் ஏற்படும் ஆற்றலைக்கொண்டு நாம் இயந்திரங்கள் ஓட்டுதல் முதலிய பல காரியங்களைச் செய்யலாம்.

பெரிய மோட்டார்களைக் கொண்டு ட்ராம் வண்டிகளும், மின்சாரத் தொடர் வண்டிகளும், தொழிற் சாலைகளில் வேலை செய்யும் இயந்திரங்களும் ஓட்டப்படுகின்றன. தண்ணீர் இறைக்கும் இறைவிகள் (Pumps) எலக்டிரிக் கடியாரங்கள், மின்சார விசிறிகள் முதலியவை சிறிய மோட்டார்களினுல் ஓட்டப்படுகின்றன. ஐம்பதில் ஒரு பங்கு குதிரைத் திறன் உள்ள மோட்டாரிலிருந்து நூற்றுக் கணக்கான குதிரைத்திறன்கள் கொண்ட மோட்டார்கள் வரை அனேக வகை மோட்டார்கள் இருக்கின்றன. டைனமோவையும், மோட்டாரையும் அன்னை மின்சார சக்தியின் இரு கண்களாக ஏன் பாவிக்கக் கூடாது? அடுத்தது அணு சக்தி.

அணு சக்தி

மூர்த்தி சிறியதானுலும் கீர்த்தி பெரியது என்று நம்மிடை ஒரு பழமொழி உண்டு. அணு என்பது கண்ணுக்குத் தெரியாமல் பொருள்களில் உள்ள மிகச் சிறிய துகள் என்று அனைவரும் அறியலாம். ஒவ்வொரு பொருளிலும் கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் இருக்கின்றன, பத்துக்கோடி அணுக்களை ஒன்றன் பக்கத்தில் ஒன்ருக அடுக்கி

ஞல் ஒரு அங்குல அளவாகும் என்ருல் அணு எவ்வளவு நுண்ணியதென்று அனுமானித்துக் கொள்ளலாம். இத்தகைய நுண்ணிய அணுவில் மிகப் பிரமாதமான சக்தி பதுங்கிக் கிடக்கிறது. அதன் கீர்த்தியைச் சமீபத்தில் முடிந்த இரண்டாவது உலகப் போரின் போது நாம் எல்லோரும் நன்கு உணர்ந்தோம். சென்ற 1945ஆம் ஆண்டு ஆகஸ்டு மாதம் ஆரும் தேதி அன்று ஜப்பானில் உள்ள ஹிரோஷிமா என்னும் இடத்தில் அமெரிக்கவிமானிகள் முதல் அணுகுண்டைப்போட்டார்கள் என்று பத்திரிகையில் படித்தோம். மறுநாள் நாகஸாகி என்னும் துறைமுகப் பட்டினத்தில் மற்ெருரு அணுகுண்டு போடப்பட்டது என்று அறிந்தோம். அதற்கடுத்த நாள் ஜப்பானியர் சரணுகதி அடைந்து விட்டார்கள் என்று படித்தோம். இச்செய்தியைக்கேட்டு அனைவரும் திகைத்துப் போனுர்கள். பிரமாதமாகப்போர்முரசு கொட்டிக்கொண்டிருந்த ஜப்பான் எப்படி இரண்டு நாட்களுக்குள் சரணுகதி அடைந்திருக்க முடியும், செய்தி உண்மையாக இருக்க முடியாது என்றுகூடச் சிலர் நினைத்தார்கள். இரண்டு அணுகுண்டுகளும் செய்த நாச வேலையைக்கேளுங்கள். ஹிரோஷிமாவில்தான் ஜப்பானியர் போர்க்கருவிகள் செய்து வந்தார்கள். அதற்காக அங்கு விமானத்தாக்குதலிஞல்உண்டாககூடிய சேதத்தைத் தடுப்பதற்கு முன்னெச்சரிக்கையாக அநேக ஏற்பாடுகளைச் செய்து இருந்தார்கள். நவீன முறையில் கட்டப்பட்ட தீயணைக்கும் நிலையங்

கள் அங்கு முப்பத்து மூன்று இருந்தன. அணு குண்டு விழுந்தவுடன் அவற்றில் இருபத்தேழு நிலையங்கள் தீக்கு இரையாகிவிட்டன! ஒரு நிமிஷத்தில் மூன்று லக்ஷம் ஜனங்கள் தீக்கு இரையாகிவிட்டார்கள். நாகஸாகியிலும் இந்தக் கதைதான். இவ்விவரங்கள் தெரிந்தவுடன் உலகெங்கும் அணுகுண்டைப் பற்றி ஒரு பரபரப்பு ஏற்பட்டது. அணுகுண்டிலிருந்து உலகம் தப்பவேண்டுமே என்று கவலைப்படத் தொடங்கினார்கள். இத்தகைய அணுசக்தியின் மர்மம் என்ன? இதை நிலக்கரிச் சக்தி, எண்ணெய்ச் சக்திப் பாடங்களில் காணலாம்.

உலகில் நாம் காணும் கோடிக் கணக்கானவகைப் பொருள்களை எல்லாம் தொண்ணூற்றிரண்டு தனிப் பொருள்களிலிருந்து பெற்று விடலாம் என்று விஞ்ஞானம் கூறுகிறது. ஒரு தனிப் பொருளிலுள்ள அணுக்கள் மற்றொரு தனிப்பொருளிலுள்ள அணுக்களுடன் சேருவதினால் ஒரு புது வகைப் பொருள் கிடைக்கும். சிலவகைப் பொருள்களில் இரண்டுக்கு மேற்பட்ட தனிப் பொருள்களின் அணுக்களும் சேர்ந்திருக்கலாம். பிராணவாயு, நீரகவாயு (Hydrogen), இரும்பு, பொன். வெள்ளி, கார்பன் (Carbon) இவை எல்லாம் தனிப்பொருள்களுக்கு உதாரணங்கள். தண்ணீர், மண், சர்க்கரை, மரம், உப்புகள் இவை எல்லாம் கலப்புப் பொருள்களுக்கு உதாரணங்கள். உலகில் கார்பன் சேர்ந்த கலப்புப் பொருள்கள்தான் அதி

கம். இதுவரை அவற்றில் மூன்று லக்ஷம் வகைப் பொருள்களைக் கண்டுப் பிடித்திருக்கிறார்கள். எல்லாத் தனிப்பொருள்களைக் காட்டிலும் பிராண வாயு என்னும் தனிப் பொருளுக்கு ஓர் தனிச் சிறப்பு உண்டு. மற்ற எல்லாத் தனிப்பொருள் களும் இத்துடன் சேர விரும்பும். சில தனிப் பொருள்கள் வெகு உற்சாகத்துடன் சேரும்; சேரும்படி சிலவற்றைத் தூண்டவேண்டும். இது ஓர் முக்கியமான இரசாயன நிகழ்ச்சி. பிராண வாயுடன் மற்றத் தனிப்பொருள்கள் சேரும்போ தெல்லாம் வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. சில சேர்க் கைகளில் ஏராளமான வெப்பம் வெளிப்படுகிறது. நிலக்கரியில் கார்பன் என்னும் தனிப்பொருள் இருக்கிறது. இது காற்றில் உள்ள பிராண வாயுடன் சேர்ந்து எரியும் போது அதிக வெப்பம் உண்டாகிறது. கார்பன் அணுக்களும் பிராண வாயுவின் அணுக்களும் தம் தம் இருப்பிடங்களை விட்டு ஒன்றை யொன்று அணைத்துக்கொள்வதினால் தான் இவ்வெப்பம் ஏற்படுகிறது. ஒவ்வொரு கார் பன் அணுவும் தனக்கு இருபுறமும் பிராணவாயு அணுக்களை அமைத்துக் கொள்ளுகிறது. சேர்க் கைக்கு முன் பிராணவாயுவில் ஜோடி ஜோடியாக விருந்த அணுக்கள் பிரிந்து, கார்பன் அணுக்களு டன் சேர்ந்து விடுகின்றன. ஆகவே நிலக்கரியின் சக் திக்கு மூலகாரணம் அணுக்களின் சேர்க்கைதான். பூமியினடியிலிருந்து தோண்டி எடுக்கப்படும் எண் ணெய்களில் கார்பன், நீரகம் என்ற இரண்டு தனிப்

பொருள்களும் கலந்து இருக்கின்றன. இவை பல வேறு அளவுக்குக் கலந்து இருக்கின்றன. இவ்விரண்டு தனிப்பொருள்களும் பிராணவாயுவுடன் சேர்ந்து எரிகின்றன. கார்பன் அணுக்கள் பிராணவாயுவின் அணுக்களுடன் சேருவதினால் கார்பன் டை ஆக்ஸைட் (Corbon di Oxide) என்று சொல்லப்படும் கரியமிலவாயு உண்டாகிறது. நீரக அணுக்களும் பிராணவாயு அணுக்களும் சேருவதினால் தண்ணீர் உண்டாகிறது. இப்புதுப் பொருள்களைப் பற்றி நமக்குக் கவலை இல்லை. இச் சேர்க்கைகளினால் வெளிப்படும் சக்திதான் நமக்கு வேண்டுவது. இதுதான் எண்ணெய்ச்சக்தி எனப்படுகிறது. எண்ணெய்கள் எரியும்போது உண்டாகும் புதுப் பொருள்கள் அதிக இறுக்கத்தில் வெளிப்படுகின்றன. எண்ணெயின் சக்திக்கு வெப்பம் ஒரு காரணமாக இருப்பதுடன் இவ்விறுக்க மிகுந்த வாயுப் பொருள்களும் மற்றொரு காரணமாக இருக்கின்றன. சமீபத்தில் நடந்த உலகப் போரில் எச். இ. (High Explosive) குண்டு என்றும் 'மாலடோவ்' கூடை (Molotov Basket) என்றும் இரண்டு வகைக் குண்டுகள் மிகவும் பிரசித்தமாயிருந்தன. முதல்வகை குண்டில் பிக்ரிக் ஆஸிட் (Picric acid), நைட்ரோ கிளிஸரின் (Nitro Glycerine), அமோனியம் நைட்ரேட் (Amonanium Nitrate) முதலிய பொருள்கள் அமைத்து வைக்கப்பட்டிருக்கும். நிலக்கரியும் எண்ணெயும் எரிவதற்கு அவை காற்றிலிருந்து பிராணவாயுவைக் கிரகிக்க வேண்டியிருக்

கிறது. இக் குண்டுகளுக்கு இத்தகைய நிர்ப்பந்தம் இல்லை. குண்டுகளுக்குள்ளேயே பிராணவாயுவைப் பெறுவதற்கு வசதி இருக்கிறது. குண்டைப் போட வேண்டியதுதான். உடனே அதில் உள்ள பொருள் களின் அணுக்கள் பிராணவாயு அணுக்களுடன் மிகுந்த ஆர்வத்துடன் சேருகின்றன. ஏராளமான வெப்பமும், அளவு கடந்த இறுக்கமும் உண்டா கிறது. இத்தகைய குண்டுகள் தான் ஜெர்மனியில் உள்ள தொழிற்சாலைகளைச் சென்ற யுத்தத்தில் அழித்தன. 'மாலடோவ்' என்பவர் ரஷ்ய நாட்டுப் பிரமுகர்களில் ஒருவர். அவரது பெயரைக் கொண்ட குண்டில் 'தெர்மைட்' (Thermite) என்னும் பொருள் கெட்டித்து வைக்கப்பட்டிருக் கும். இது வெடிக்கும்போது உண்டாகும் வெப்பத் திற்கு எல்லை இல்லையாம்! இது விழுந்த இடத்திற்கு அருகே எந்தக் கடினப் பொருள் இருந் தாலும் சாம்பல்தான். இச்சக்திகளுக்கு எல்லாம் மூலகாரணம் அணுக்களின் சேர்க்கைதான். ஆனால் அணு சக்தி என்பது இவற்றிலிருந்து முற்றும் மாறு பட்டது. அணு வெடித்து அதனின்று வெளிப்படும் சக்தியே அணு சக்தி.

அணுக்களைவிடச் சிறிய தூள்கள் கிடை யாது என்று நெடுநாள் வரை நினைத்து வந்தார் கள். அணுவைக் காட்டிலும் பல மடங்கு சிறிய தொரு துகள் இருப்பது இந்நூற்றாண்டு ஆரம்பத் தில் தெரிய வந்தது. ஒவ்வொரு பொருளிலும் இச் சிறிய துகள்கள் இருப்பதைக் கண்டு இவை எல்லா

வகைத் தாதுப் பொருள்களின் அணுக்களினுள்ளே இருக்கவேண்டுமென்ற முடிவுக்கு வந்தார்கள். இப் புதுத் துகள்களிடம் மற்றொரு விநோதத்தைக் கண்டார்கள். இவை அணுக்களைக் காட்டிலும் மிக மிகச் சிறியனவாக இருப்பதுடன் குறை மின் சாரத்தை ஏற்றுக் கொண்டிருப்பதை உணர்ந்தார்கள். அதனால்தான் இவற்றுக்கு மின்னுருக்கள் அல்லது எலெக்ட்ரான்கள் (Electrons) என்று பெயர். அணுவுக்கு யாதொரு வகை மின்சாரமும் இல்லாதிருக்கும்போது அதில் உள்ள இச்சிறு துகள் களுக்குக் குறை மின்சாரம் இருந்தால் இக்குறை மின்சாரத்தை எதிர்த்து நிற்க மிகை மின்சாரப் பகுதி அணுவில் இருக்கவேண்டுமே என்று நினைத் தார்கள். அதைத் தேடலானார்கள். மின்னுருக்கள் கண்டு பிடித்த சமயத்தில் விஞ்ஞானிகள் மற் றொரு அதிசயத்தைக் கண்டார்கள். தாதுப்பொருள் களில் ஒன்றான யுரேனியம் என்னும் பொருள் கலந்த பொருள்களைச் சோதிக்கும்போது 'பெக்கு வரல்' என்ற விஞ்ஞானி இவற்றிலிருந்து வீரியம் வாய்ந்த கிரணங்கள் வெளிவருதைக் கண்டார். ரூதர்போர்டு என்ற மற்றொரு விஞ்ஞானி இக்கிர ணங்களைப் பின்னும் சோதித்து இவற்றை மூன்று வகைகளாகப் பிரித்தார், ஒருவகையில் மிகை மின் சாரம் ஏற்றுக் கொண்டிருக்கும் சிறிய துகள்களை யும், மற்றொரு வகையில் குறை மின்சாரத்தை ஏற் றுக் கொண்டிருக்கும் மின்னுருக்களையும் கண்டார். மூன்றுவது வகைக் கிரணங்கள் யாதொரு மின்சார

மும் இல்லாமல் இருப்பதையும் பார்த்தார். இவற்றுக்கு முறையே ஆல்பா கிரணங்கள் என்றும், பீடாகிரணங்கள், காமா கிரணங்கள் என்றும் பெயரிட்டார். யுரேனியத்தைப்போல, தோரியம் என்னும்பொருளும் வீரியம் வாய்ந்த இத்தகைய கிரணங்களை வெளியிடுவதைப் பின்னர் அறிந்தார்கள். க்யூரி என்னும் மாது இரண்டு டன் பிட்சு பிளெண்ட் (Pitch-blende) என்னும் கனிப் பொருளைச் சலித்தெடுத்துக் குன்றி மணியிலும் மிகச்சிறிய அளவுக்கு ஒரு புதுவகைத் தாதுப்பொருளைக்கண்டு பிடித்தார். இதுதான் பிரசித்தி பெற்ற ரேடியம் என்னும் பொருள். இதன் அணுக்களிலிருந்து முன் சொன்ன மூன்று வகைக் கிரணங்களும் அளவு கடந்த சக்தியுடன் வெளிவருகின்றன. ரூதர்போர்டு என்னும் விஞ்ஞானி இக் கிரணங்களைப் பற்றிச் செய்த சோதனைகளிலிருந்து ஒவ்வொரு அணுவிலும் மிகை மின்சாரத்தை ஏற்றுள்ள பகுதி அணுக்கரு (Nucleus) என்று சொல்லக்கூடிய அளவில் மிகச் சுருங்கி இருக்க வேண்டும் என்று தெரியவந்தது. சிலந்திப் பூச்சி தன் கூட்டின் நடுமையத்தில் வீற்றிருப்பது போல ஒவ்வொரு அணுவின் மையத்தில் அதன் கரு வீற்றிருக்கிறது. சூரியனைச் சுற்றி மற்றக் கிரகங்கள் ஓடி வருவதுபோலக் கருவைச் சுற்றி மின்னுருக்கள் ஓடி வருகின்றன என்று ரூதர்போர்டு அணுவின் சிற்பத்தைப் பற்றி ஓர் ஊகத்தை வெளியிட்டார். அணுக்களில் மிகவும் இலேசான நீரக அணுக்கரு

வைச் சுற்றி ஒரு மின்னுருவும் அணுக்களில் மிகவும் பளுவான யுரேனியக் கருவைச் சுற்றித் தொண்ணூற்றிரண்டு மின்னுருக்களும் ஓடி வருகின்றன

யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் இவற்றின் அணுக்கள் வெடித்து வீரியம் வாய்ந்த கிரணங்கள் வருவது போல ஏன் மற்றத் தாதுப் பொருள்களின் அணுக்களும் வெடித்து, அத்தகைய கிரணங்கள் வரக்கூடாது என்று நினைக்கலானார்கள். ஒவ்வொரு தாதுப் பொருளின் அணுக்கருவிலும் ரேடிய அணுக்கருவில் இருப்பது போல, சக்தி இருக்க வேண்டுமல்லவா? யுரேனியம், தோரியம், ரேடியம் இவற்றின் அணுக்கருக்கள் தாமாகவே யாதொரு தூண்டுதல் இல்லாமலேயே வெடித்துச் சக்தியை வெளியிடுகின்றன. மற்றத்தாதுப்பொருள் களின் அணுக்கருக்கள் இவ்வாறு சக்தி வெளியிட முடியாததினால் அவற்றுள் சக்தி கட்டுண்டு இருக்க வேண்டும் என்று தெரியவந்தது. இக்கட்டை உடைத்து விட்டால் ரேடிய அணுக்கருக்கள் வெளியிடுவதுபோல மற்ற அணுக்கருக்களும் சக்தியைக் கக்கவேண்டும் என்று முடிவுக்கு வந்து அணுக்கருக்களை எவ்வாறு சிதைக்கலாம் என்று ஆராயத் தொடங்கினார்கள். ஏராளமான சக்தியைக் கட்டி வைப்பதென்றால் அக்கட்டும் அச்சக்தியின் பலத்தைக் கொண்டிருக்க வேண்டுமல்லவா? இக்கட்டை உடைப்பதற்குச் செல்லும் வீரர்கள் அசாத்திய பலம் கொண்டிருக்க வேண்டும் என்று சொல்லாமலே விளங்கும். இத்தகைய வீரர்களைத்

தேடலானூர்கள். ரேடிய அணுக்கருக்களிலிருந்து வெளிவரும் ஆல்பா துகள்களைக் குண்டுகளாக உபயோகித்து மற்ற அணுக்கருக்களின் கோட்டையைத் தகர்த்துப் பார்த்தார்கள். இது பூர்ண திருப்தி அளிக்கவில்லை. இதைவிட இலேசான 'ப்ரோடான்' (Proton) என்னும் துகள்கள் இவ்வேலையைச் சரிவரச் செய்வதைப் பார்த்தார்கள். நீரக வாயு அணுக்கருவுக்குத்தான் ப்ரோடான் என்று பெயர். இவ்விரண்டுவித குண்டுகளையும் உபயோகிக்க வல்ல ஒரு பீரங்கியையும் கண்டுபிடித்து விட்டார் 'லாரன்ஸ், (Lawrence) என்ற விஞ்ஞானி. இதற்கு ஸைக்ளோட்ரான் (Cyclotron) என்று பெயர். கவண் கயிற்றில் கல்லை வைத்துச் சுழற்றி விட்டால் அது மிக வேகமாய் எறியப்படுகிற முறையை ஒட்டி இக்கருவி வேலைசெய்கிறது. இவ்விரண்டுவித குண்டுகளுக்கும் ஓர் இடைஞ்சல் இருக்கிறது. இவை ஏற்றுக் கொண்டிருக்கும் மிகை மின்சாரம் இவற்றை அணுக்கருக்குள்ளே நுழைய த்தடங்கல் செய்கிறது. ஒருவித மின்சாரமும் இல்லாத துகள்கள் இருந்தால் அது அணுக்கருக்களைத் தகர்ப்பதற்கு ஏற்றதாயிருக்குமே என்று நினைத்தார்கள். உடனே இம்மாதிரி துகள்கள் இருக்கின்றனவா என்று தேடலானூர்கள். 'சாட்விக்' (Chadwick) என்ற விஞ்ஞானிக்கு அடித்தது அதிர்ஷ்டம். இவர் இப்புதுத் துகள்களைக்கொணர்ந்து விட்டார். ஆல்பா கிரணங்களைக் கொண்டு பெரிலியம் (Berylium), போரான் (Boron) அணுக்களைத்

தாக்கும்போது ப்ரோடானின் (Proton) நிறையை உடையதும் ஆனால் ஒருவித மின்சாரமும் இல்லாத ஒருபுதுத்துகள் அணுக்களிலிருந்து வெளிப்படுவதை இவர் கண்டார். இது தான் விஞ்ஞானிகள் தேடிக் கொண்டிருந்த அலியுரு என்னும் நியூட்ரான் (Neutron). மற்ற இரண்டு துகள்களைப் போல இதுவும் அணுக்கருவிலிருந்து தான் பெறப்பட்டது. மரத்தை வெட்டுவதற்கு கோடரிக் காம்பு தானே வேண்டும்! தக்க ஆயுதத்தைக் கண்டு பிடித்தாய் விட்டது. அணுக்கருவின் கோட்டையைத் தகர்த்துச் சக்தியை விடுவிக்க வேண்டியதுதான் பாக்கி.

மற்ற அணுக்களின் சிதைவைக் காட்டிலும் யுரேனிய அணுக்கருக்களின் சிதைவுதான் சுலபமாய் முடிந்தது. யுரேனியத்தில் அணுக்கருக்கள் எல்லாம் கள்குடித்தவன் நிலையில் இருக்கின்றன. கள்குடித்தவனைச்சிறிதுதள்ளினால் போதும். அவன் சமாளிக்க முடியாமல் உடனே கீழே விழுந்து விடுவதுபோல யுரேனிய அணுக்கருக்களை நியூட்ரான்களைக்கொண்டு தகர்க்க ஆரம்பிக்க வேண்டியதுதான், உடனேயே அவை சிதைந்து போவதைக் கண்டார்கள் ஓட்டோ ஹான், ஸ்ட்ரஸ்மன் என்ற விஞ்ஞானிகள். இது மட்டுமல்ல, அணுக்கருக்கள் சிதையும்போது நியூட்ரான்கள் அவற்றிலிருந்து வெளிப்பட்டு இவை மேலும் பல யுரேனிய அணுக்கருக்களைச் சிதைத்து இவ்வாறாக நியூட்ரான்கள் தொடர்ந்து உற்பத்தி ஆகிக்கொண்டு சிதைவு வேலையும் தொடர்ந்து நடந்து கொண்டிருப்பதைக்

கண்டார்கள். குறளைப்பற்றி ஔவை கூறும் போது அணுவைத் துளைத்து எழு கடலைப் புகுத்தி குறுகத்தரித்த குறள் என்று சொன்னது அணுவைப் பொறுத்த மட்டில் உண்மையாகவே போய்விட்டது! அணுக்கருக்கள் சிதைவினால் எழுகடலின் சக்தியும் வெளிப்பட்டது. உடனே அணுகுண்டுகள் ஜனித்தன. ஒரு பவுண்ட் அணுகுண்டின் சக்தி ஐம்பது லக்ஷம் பவுண்டு நிலக்கரியின் சக்திக்கும் முப்பதுலக்ஷம் காலன் பெட்ரோல் எண்ணெய்ச் சக்திக்கும் ஈடாகும்என்றால் அணுசக்தியின் பலத்தைபற்றிச் சொல்வானேன். இச்சக்தியை ஜப்பானியர்கள் மீது ஏவிவிட்டு அது செய்யத்கூடிய நாச வேலையையும் பார்த்து விட்டார்கள். இந்த இரகசியம் மற்றவர்களுக்கு தெரியாமல் இருக்கவேண்டுமே என்று அமெரிக்கா நாட்டினர்களுக்கு அச்சம் உண்டாகி விட்டது, அச்சமயத்தில் ட்ரூமன், சர்ச்சில் முதற்கொண்டு எல்லா அரசியல் வாதிகளும், விஞ்ஞானிகளும், மதகுருக்களும் ஒருவர் பாக்கியில்லாமல் எல்லோரும் அணுகுண்டைப்பற்றிப் பத்திரிகைகளில் அறிக்கைகள் விட்டு வந்தார்கள். பொது மக்கள் எல்லோரும் அணுசக்தியினின்றும் உலகம் தப்பிப் பிழைக்க வேண்டுமே என்று ஏங்கி நின்றார்கள். நம் காந்தி அடிகள் ஒருவர்தான் சற்றேனும் மனம் தளராமல் அஹிம்சையும், அன்பையும் மேற்கொள்ளுங்கள் என்று உலக மக்களுக்கு ஆறுதல் கூறி வந்தார். எனவே அணு சக்தியைக் கொண்டு ஆக்கவேலை நடத்த உலகிற்கு வழிகாட்டுவது நம் இந்திய விஞ்ஞானிகளின் பொறுப்பு என்று கூறினால் அது மிகையாகாது. ஓம் சக்தி!

2. அலையும் கலையும்

அலைக்கும் கலைக்கும் என்ன சம்பந்தம் என்று தோன்றும். ஓவியனுக்கு இன்றியமையாதவை வர்ணங்கள். வர்ணங்களுக்குக் காரணம் பலநிற ஒளிகள். இதைப்போலச் சங்கீதக் கலைக்கு இன்றியமையாதவை ஒலிகள். பல நிற ஒளிகளும் பலவித ஒலிகளும் அலைகள் அன்றி வேறில்லை. இதுதான் அலைக்கும் கலைக்கும் உண்டான சம்பந்தம். அலையை அறிந்து விட்டால் உடனே கலை உணர்ச்சி உண்டாகிவிடும் என்பதில்லை.

ஒவ்வொரு கலைக்கும் இரண்டு அம்சங்கள் உண்டு. ஒரு சித்திரத்தைப் பார்க்கும்போது முதலில் அதன் உருவ வித்தியாசங்கள், வர்ணத்தினால் உண்டான வேற்றுமை இவற்றைத்தான் நாம் கவனிக்கிறோம். இதைப்போல ஒரு பாட்டைக் கேட்கும்போது அதில் அடங்கியுள்ள ஒலிகளின் சுருதி, முழக்க பேதங்களைத்தான் முதலில் கவனிக்கிறோம். இது ஒரு அம்சம். இதில் உணர்ச்சிக்கு இடமில்லை. எனவே இதை objective side என்று சொல்லுவார்கள். சித்திரத்தில் கண்ட உருவ பேதங்கள் வர்ண வித்தியாசங்கள் நம்முடைய மனக்கண் முன்னால் ஏற்படுத்திய பாவ உணர்ச்சிக் கலையின் மற்றோர் அம்சம். சித்திரத்தைப் பார்க்கும்போது ஒவ்வொருவரிடமும் தனிப்பட்ட

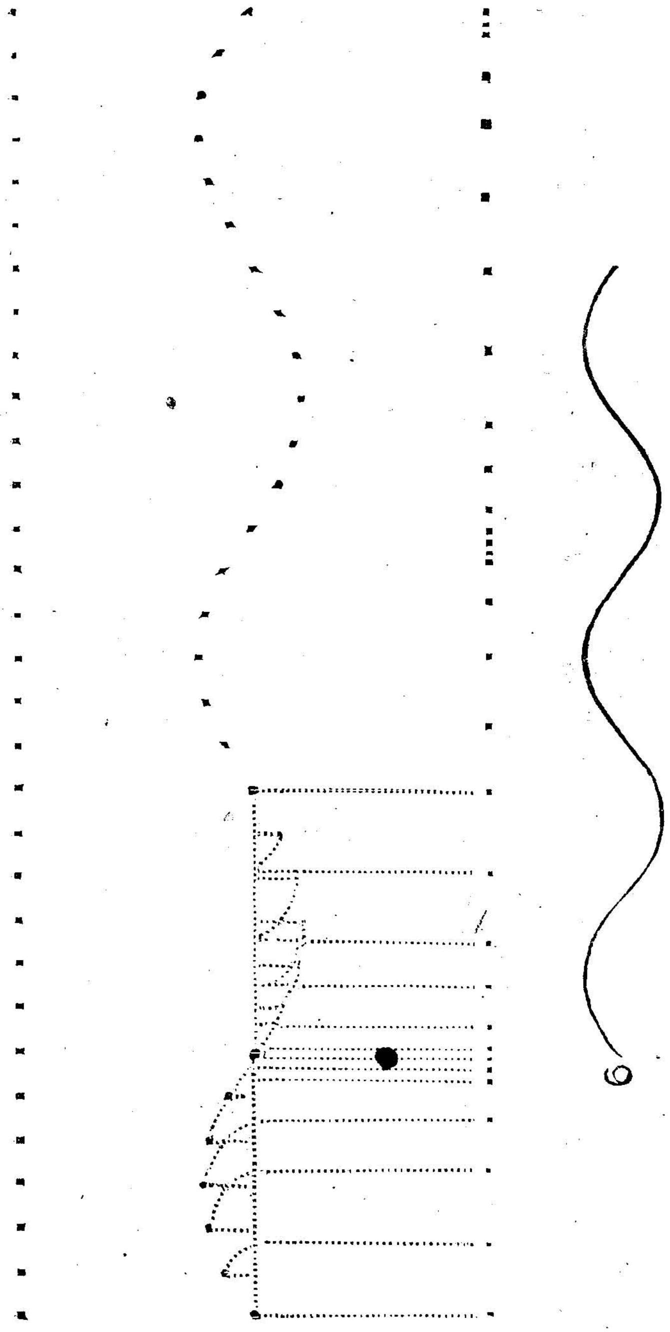
உணர்ச்சி வேகம் தோன்றும். எனவே இதை Subjective side என்று சொல்லுவார்கள்.

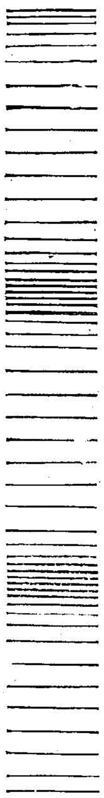
கலையை ரஸிப்பதற்குப் பாவ உணர்ச்சிதான் முக்கியம் என்றபோதிலும் முதல் அம்சத்தை நாம் புறக்கணித்து விடமுடியாது. ஒரு பாட்டை நன்ருக ரஸிப்பதற்கு அதன் ராகம், அவை அமைந்துள்ள வர்ணமெட்டு, தாளம் இவையும் முக்கியமாக இருப்பதை அனைவரும் ஒப்புக்கொள்ளுவார்கள். எனவே ஒளிகளைப்பற்றியும், ஒலிகளைப்பற்றியும் அறிந்தால்தான் கலையுணர்ச்சியை நாம் முற்றிலும் அடையலாம். முதலில் அலையின் கலையைப் பார்த்து விட்டு அலைக்கும் கலைக்கும் உண்டான தொடர்பைப் பின்பு ஆராய்வோம்.

சமுத்திரக் கரையில் நின்றுகொண்டு அலைகளின் தோற்றத்தைப் பலர் ரஸித்திருக்கலாம். அல்லது சாயந்திர வேளையில் உலாவவென்று குளக் கரையிலோ அல்லது ஏரி கரையிலோ உட்கார்ந்துகொண்டு நீரில் கல்லை விட்டெறிந்து, வட்டம் வட்டமாக அலைகள் போவதை ரஸித்திருக்கலாம். கல் விழுந்தபோது உண்டான ஒலி காற்றில் அலைகளாகப் பரவியே அவர்கள் காதில் விழுந்தன. மற்றும் அவர்கள் பார்த்ததும் அலைகளின் உதவியைக் கொண்டுதான். எங்கும் வியாபித்திருக்கும் விசும்பில் (Ether) உண்டான அலைகள்தான் இவர்கள் கண்ணில் உண்டான புலன் உணர்ச்சிக்குக் காரணம். நாம் பார்ப்பது

கேட்பது எல்லாம் அலைகளினால்தான். ரேடியோ அலைகளைக் கிரகிக்கும் "ரேடியோ செட்டு"களைப் போல நம் கண்களும், காதுகளும் ஒளி அலைகளையும், ஒலி அலைகளையும் கிரகிக்கின்றன. நீர் அலைகள், காற்று அலைகள், விசும்பு அலைகள் இவை தான் எல்லா இயற்கை நிகழ்ச்சிகளுக்கும் காரணம். இவற்றை அறிந்துவிட்டால் இயற்கையை முற்றிலும் அறிந்துவிட்டதாகக்கூடச் சொல்லி விடலாம்.

சமுத்திரக் கரையில் நாம் காணும் அலைகளைச் சற்று உற்று நோக்கினால் அவற்றைப்பற்றிய சில விவரங்கள் தெரியவரும். தூரத்திலிருந்து கரையை நோக்கித் தண்ணீர் ஓடிவருவதுபோலத்தோன்றும் காட்சி உண்மைத் தோற்றமன்று என்பது விளங்கும். கரையை நோக்கி ஒருவித நெளிந்த அசைவு மட்டும் ஓடி வருவதைக் கவனிக்கலாம். கரைக்குச் சற்றுத் தூரத்தில் மரக்கட்டை ஒன்றை மிதக்க விட்டு அது மேலும் கீழுமாக அமுங்குவதைப் பார்க்கலாம். தண்ணீர் ஓடிவரும் பக்ஷத்தில் மரக்கட்டையும் அல்லவா கரையை நோக்கி ஓடிவர வேண்டும். இந்த நெளிந்த அசைவில் ஓர் உயர்ந்த பாகமும் அதை அடுத்து ஓர் தாழ்ந்த பாகமும் முறையே மாறி மாறி ஒன்றையொன்று பின்தொடர்ந்து வருவதைக் கவனிக்கலாம். உயர்ந்த பாகத்தை முகடு Crest என்றும் தாழ்ந்த பாகத்தை அகடு Trough என்றும் கூறுவார்கள். ஒரே வேகத்துடன் வந்துகொண்டி





6. அகடு முகடுகள் உள்ள குறுக்கலைகள்.
7. அடர்த்தி தளர்த்திகளைக் காட்டும் படம்,

ருந்த அகடும் முகடும் கரையை நெருங்கியவுடன் அவற்றின் வேகம் மாறுபடுவதைப் பார்க்கலாம். கரைக்குச் சமீபத்தில் ஆழமில்லாததால் அங்குள்ள தரை அகட்டின் வேகத்தை அதாவது அலையின் தாழ்ந்துள்ள பாகத்தின் வேகத்தைக் குறைக்கின்றது. இதனால் முகடு அகட்டைவிட அதிக வேகத்துடன் செல்லுகிறது. உடனே பாம்பு படமெடுத்துச் சீறி விழுவதுபோலத் தண்ணீர் உயரக் கிளம்பி, சுருண்டு கீழே விழுவதைப் பார்க்கிறோம்.

அலைகளுடன் தண்ணீர் ஓடிவரவில்லை என்றாலும் ஆங்காங்கு உள்ள நீர்த் துளிகளில் அவற்றின் இருப்பிடங்களில் இருந்துகொண்டே வட்டங்களில் சுழன்று ஓடிவருகின்றன. இவ்வட்டங்களின் உச்சியில் நீர்த்துளிகள் வரும்போது அவற்றின் இயக்கம் கரையை நோக்கி இருக்கும்; வட்டங்களின் அடியில் செல்லும்போது இதற்கு எதிர்ப்புறமாக அவற்றின் இயக்கம் அமைந்திருக்கும். இவ்விஷயம் சமுத்திரத்தில் நீந்திச் சென்றவர்களுக்குச் சுலபமாகப் புலப்படும். ஒருவன் அலைகளின்மீது நீந்திச் செல்லும்போது கரையை நோக்கியும் உடனே அதற்கு எதிர்ப்புறமாகவும் இழுக்கப்படுவான்.

பின்னே இழுக்கும்போதுதான் நன்றாக நீந்தத் தெரியாதவர்களுக்கு ஆபத்து நேரிடும். இவ்வட்டங்களின் விட்டத்தினளவு முகட்டின் உயர்ந்த பாகத்துக்கும் அகட்டின் தாழ்ந்த பாகத்துக்கும்

டையே உள்ள தூரத்திலிருந்து வேறுபடும். இதில் பாதியைத்தான் அலையின் உயரம் என்று கூறுவார்கள். சமுத்திரத்தில் நாம் பார்க்கும் அலைகளின் உயரம் அதிகம். ஆனால் ஏரி, குளம் முதலிய நீர்த் தேக்கங்களில் இத்தகைய அலைகள் ஏற்படா. இங்கு உயரம் குறைவான சிற்றலைகள்தான் தோன்றும், அலைகளில் நீளம் அதிகமான அலைகளும் உண்டு; நீளம் குறைவான அலைகளும் உண்டு. அலையின் நீளம் என்பது ஒரு முகட்டிற்கும் அதற்கு அடுத்துள்ள முகட்டிற்கும் உண்டான தூரத்தைத் குறிக்கும். இதைப்போல அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு அகடுகளின் இடைத் தூரத்தையும் அலை நீளமாகக் கொள்ளலாம். சாதாரணமாக நாம் சமுத்திரத்தில் காணும் அலைகளின் நீளம் அடிக்கணக்கில் இருக்கும். அலைகளின் வேகம் அதன் நீளத்தை ஒட்டி வேறுபடும். இது நீரில் செல்லும் அலைகளுக்கு மட்டிலும்தான் காணப்பட்டது. காற்றிலும், விசும்பிலும் செல்லும் அலைகளின் வேகம், அலை நீளத்தை ஒட்டி மாறுபடுவதில்லை. அலையின் நீளம் அதிகரிக்கும்போது நீரில் செல்லும் அலைகளின் வேகமும் அதிகரிப்பதைப் பார்த்தார்கள். சமுத்திரத்தில் செல்லும் அலைகளின் வேகம், ஏரி குளம் இவற்றில் செல்லும் அலைகளின் வேகத்தைவிட அதிகமாயிருக்கும். இவ்விரண்டு வகை அலைகளும் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்று இப்பொழுது பார்ப்போம்.

ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒரு நிறை உண்டு என்று அனைவரும் அறிவார்கள். இரண்டு பொருள்களினிடையே அவற்றின் நிறைகளுக்கு ஏற்ப ஓர் கவர்ச்சிச் சக்தி தொழிற்படுகிறது. இதற்கு 'பொருட்கவர்ச்சி' சக்தி (Gravitation attraction) என்று பெயர். காந்தக் கவர்ச்சிச் சக்தியைப்போல இதுவும் ஓர் சக்தி. பூமியின் நிறை மிக மிகப் பெரியதாகையால் அதன் மீதுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் பூமியால் கவரப்படுகின்றன. இத்தகைய கவர்ச்சிச் சக்தியினால்தான் சூரியனைச் சுற்றி மற்ற எல்லாக் கிரங்களும் ஓடி வருகின்றன. இதே காரணத்தினால்தான் பூமியைச் சுற்றிச் சந்திரனும் ஓடி வருகின்றது. பூமியின் மேற்பரப்பின் முக்கால் பாகம் தண்ணீர். இத்தண்ணீர்த் தேக்கம்தான் சமுத்திரம். பூமி சூரியன் சந்திரன் இவ்விரண்டின் கவர்ச்சியினாலும் பாதிக்கப் படுகிறது. சூரியன், சந்திரனைக்காட்டிலும் மிகப் பெரிய நிறையுள்ள பொருளான போதிலும் பூமிக்குச் சமீபத்தில் சந்திரன் இருப்பதால் சூரியனைக் காட்டிலும் சந்திரன்தான் இத் தண்ணீர்த் தேக்கத்தை அதிகமாகக் கவருகின்றது. இக் கவர்ச்சியின் விளைவாகவே சமுத்திரத்தில் அலைகள் உண்டாகின்றன.

ஏரி, குளம் முதலிய இடங்களில் உண்டாகும் அலைகளுக்குக் காரணம் 'பொருட்கவர்ச்சி' அன்று. நீர்ப்பரப்பு ஒரு தோலைப்போல பிகுவாக அமைந்திருக்கிறது. அது எப்பொழுதும் சுருங்கப்பார்க்

கிறது. ஒரு 'பிரஷை' (Brush) தண்ணீரில் முழுக்கி எடுத்தால் அதன் மயிர்களெல்லாம் ஒன்றோடொன்று ஒட்டிக்கொண்டு சேர்ந்திருப்பதைப் பார்க்கலாம். மயிர்களில் ஒட்டிக்கொண்டிருக்கும் தண்ணீரின் பரப்பு சுருங்குவதால் மயிர்களெல்லாம் ஒட்டிக்கொள்ளுகின்றன. நீர்ப்பரப்பு பிகுவாய் இருப்பதனால்தான் இலேசான பொருள்கள் அதில் அமுங்குவதில்லை. ஒரு சின்ன ஊசியை நீரில் சுலபமாக மிதக்கவிடலாம். சில சமயம் நீரில் அனேக பூச்சிகள் அங்குமிங்கும் ஓடுவதைப் பார்க்கலாம். பரப்பின் பிகு அவற்றைத்தாங்கிக் கொள்ளுவதால் பூச்சிகள் அமுங்காமல் ஓடுகின்றன. சிறிது எண்ணெயை நீர்ப்பரப்பில் விட்டால் பூச்சிகள் அமுங்குவதைப் பார்க்கலாம் எண்ணெயினால் நீர்ப்பரப்பின் பிகு குறைந்து விடுகிறது. ஆகவே பூச்சிகளின் நிறையைத் தாங்க மாட்டாமல் நீர்ப் பரப்பு, எண்ணெய் விழுந்த இடத்தில் விலகுவதால் பூச்சிகள் அமுங்கி விடுகின்றன. தேங்கி நிற்கும் சாக்கடை முதலிய இடங்களில் கொசு முட்டைகளை இம்மாதிரி எண்ணெயைப் பீச்சித்தான் அவற்றைக் கொல்லுகிறார்கள். சமுத்திரத்தில் அலைகள் உயரக் கிளம்பிக் கொந்தளித்துக் கொண்டிருக்கும்போது எண்ணெயைக் கொட்டி, கொந்தளிப்பை அடக்கி விடலாம் என்று சொல்லுவார்கள். ஆனால் இதற்கு எண்ணெய் ஏராளமாக வேண்டியிருக்கும். நீர்ப் பரப்பிலுள்ள இத்தகைய பிகுவினால்தான்

ஏரி, குளம் இவற்றில் அலைகள் உண்டாகின்றன. இவற்றின் நீளமும், உயரமும் சமுத்திரத்தில் தோன்றும் அலைகளின் நீளத்தையும், உயரத்தை யும்விட மிகக் குறைவாக இருக்கும். ஆகவே சமுத்திரத்தில் உண்டாகும்அலைகளுக்குக் காரணம் "பொருட் கவர்ச்சி" என்றும், ஏரி, குளங்களில் உண்டாகும் அலைகளுக்குக் காரணம் "நீர்ப்பரப்புப் பிகு" என்றும் உணரலாம்.

காற்றலைகள்

நீரில் செல்வதைப்போலக் காற்றிலும் அலைகள் செல்லுகின்றன. நீரில் செல்லும் அலைகளை நாம் பார்க்க முடியும். காற்றில் செல்லும் அலை களை நாம் பார்க்க முடியாது; ஆனால் கேட்கலாம். நீர் அலைகளுக்கும் காற்றலைகளுக்கும் வித்தியாசம் உண்டு. நீர் அலைகளில் அகடும் முகடும் தொடர்ந்து செல்லுவதைப் பார்க்கிறோம். நீர் மட்டத்தை விடச் சற்றே தாழ்ந்தும் உயர்ந்தும் செல்லும் வடி

வங்களைத்தான் அகடு முகடுகள் என்று கூறுவது. காற்றலைகளில் அகடு முகடுகளுக்குப் பதிலாக அடர்த்தி தளர்த்திகள் (Condensation and Rarefaction) செல்லுகின்றன. அலைகள் செல்லும் போது காற்றுப் பகுதிகள் அடர்ந்திருக்கும் இடங்களை அடர்த்திகள் என்றும் தளர்ந்து இருக்கும் இடங்களைத் தளர்த்திகள் என்றும் கூறுவது வழக்கம். அடர்த்தி தளர்த்திகள் செல்லும் மாதிரியை விளக்க ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக் கொள்ளு வோம்.

இருபது அல்லது முப்பது பையன்களை ஒரு வரிசையில் நிறுத்திவைத்து ஒருவன் தோளைப் பின் நிற்பவன் கைகளினால் பிடித்துக் கொள்ளும்படி செய்வோம். இப்பொழுது வரிசையின் கடைசியில் நிற்பவன் முதுகில் ஒரு குத்து வைத்தால் அவன் உடனே சற்று முன்புறம் சாய்ந்து அவனுக்கு முன் நிற்பவனைத்தள்ளுவான். இதனால் அவனும் சாய்ந்து அவனுக்கு முன் நிற்பவனைத் தள்ளுவான். இவ் வாறாக வரிசையில் நிற்கும் ஒவ்வொருவனும் சிறிது முன்னே சாய்ந்து பின்பு தன்னிலையை அடைவான். தூரத்திலிருந்து வரிசையை கவனிக்கும் ஒருவருக்கு வரிசையின் ஒரு முனையிலிருந்து மற்றொரு முனைக்கு ஒரு 'அடர்த்தி' பரவுவது புலப்படும். கடைசியில் நிற்பவன் முதுகில் குத்து வைப்பதற்குப் பதிலாக முதுகைத் திடீரென்று பின்னுக்கு இழுப்போம். உடனே அவன் பின்புறம் சாய்ந்து அவனுக்கு முன் நிற்பனையும் பின்னுக்கு இழுப்பான். இதனால் அவ

னும் பின்புறம் சாய்ந்து அவனுக்கு முன் நிற்பவனை யும் இழுப்பான். இவ்வாறாக வரிசையில் நிற்கும் ஒவ்வொருவனும் சிறிது பின்னே சாய்ந்து தன்னிலையை அடைவான். இப்பொழுது தூரத்தில் நின்று கொண்டு பார்ப்பவருக்கு வரிசை நெடுக ஒரு தளர்த்தி முன்னேறிச் செல்வது புலப்படும். கடைசியில் நிற்பவன் முன்புறம் சாய்ந்து உடனே பின்புறமும் சாய்ந்து தன்னிலையை அடைந்தானானால், தூரத்தில் நின்று பார்ப்பவர்க்கு வரிசை நெடுக ஒரு அடர்த்தியுடன் தளர்த்தியும் முன்னேறிச் செல்வது புலப்படும்.

ஒரு ஒலியெழுப்பும் பொருள் துடிக்கும் போது அது முன்னும் பின்னுமாக ஆடுகிறது, முன்னே செல்லும்போது அதை அடுத்துள்ள காற்றுப் பகுதியை அது அமுக்குகிறது. இதனால் இப்பகுதி இதற்குமுன்னுள்ள பகுதியை அமுக்கிவிட்டுத் தன் நிலைமைக்கு மீளுகிறது. இவ்வாறு அடுத்தடுத்துள்ள பகுதிகள் நெருக்கப்படுவதால் ஒரு 'அடர்த்தி' காற்றில் பரவும். ஒலியெழுப்பும் பொருள் பின்னுக்குப் போகும்போது அதை அடுத்துள்ள காற்றுப் பகுதியை விரியச் செய்கிறது. இதனால் இப்பகுதி அதை அடுத்துள்ள பகுதியை தளர்த்தி விட்டு, தன் முன் நிலையை அடைகிறது. இவ்வாறு அடுத்தடுத்துள்ள பகுதிகள் தொடர்ந்து விரியும்போது காற்றில் ஒரு 'தளர்த்தி' முன்னேறிச் செல்லும். ஒலியெழுப்பும் பொருள் துடித்துக் கொண்டே இருப்பதனால் காற்றில்

அடர்த்தி தளர்த்திகளே மாறி மாறி ஏற்படுத்திக் கொண்டே இருக்கும். இவ்வடர்த்தி தளர்த்திகள் முன்னேறிச் செல்லும். இவை ஒலியைக்கேட் போனுடைய காதினுள்ளே இருக்கும் காற்றையும் இயக்குகின்றன. இதனுல் அவன் காதிலுள்ள சவ்வுத்தோல் முன்னும் பின்னுமாக அசைகிறது. இந்த அசைவு சில சிறிய எலும்புகளின் வாயிலாகக் கேள்வி நரம்புகளுக்குச் சென்று அவற்றின் மூல மாக மூளேக்கு ஒலியின் உணர்ச்சியைத் தெரிவிக் கின்றது. காற்றலேகளின் போக்கை அறிய மற்றும் ஓர் உதாரணத்தைப் பார்ப்போம்.

அறுவடையாவதற்கு ஒரு மாதத்திற்கு முன் கதிரைத் தலேயிலேந்திய வண்ணம் நெற்பயிர் வய லில் நிமிர்ந்து நிற்கும். இவ்வாறு இருக்கையில் காற்று வீசும்போதெல்லாம் பயிரில் ஓர் அலே இயக்கம் தோன்றுவதைப் பலர் பார்த்திருக்கலாம். இது என்றும் மறக்க முடியாத காட்சியாக இருக் கும். இவ்வலே இயக்கத்தை ஊன்றிக் கவனித்தால் கதிர் முன்னும் பின்னுமாக ஆடிக்கொண்டே இருப்பதும் அதனுல் அலேத்தொடர் முன்னேறிச் செல்வதும் தெரியவரும். சில இடங்களில் கதிர் கள் நெருங்குவதையும் சில இடங்களில் விலகு வதையும் பார்க்கலாம். எவ்வாறு கதிர்கள் தம் இருப்பிடங்களிலிருந்து கொண்டே சற்று முன்னும் பின்னுமாக ஆடி அலேத் தொடரைப் பரவச் செய் கிறதோ அதுபோலக் காற்றுத் துகள்களும் தம்

இருப்பிடங்களில் இருந்து கொண்டே அசைந்து, 'அடர்த்தி தளர்த்திகளை' முன்னேறச் செய்கின்றன.

குளத்தில் கல்லை விட்டெறியும் போது அது விழுந்த இடத்திலிருந்து தோன்றிய அலைகள் சிறிது நேரத்தில் அடங்கி விடுவதைப் பார்க்கிறோம். ஆனால் ஒரு குச்சியின் நுனியைத் தண்ணீரினுள்ளே முழுக்கி அதை ஆட்டிக்கொண்டே இருந்தால் அலைகள் விடாமல் தோன்றிப் பரவிக் கொண்டே இருப்பதைப் பார்க்கலாம். இதைப் போலவே காற்றில் ஏற்படும் அலைகளும் தோன்றிய உடனேயே மறையலாம். அல்லது விடாமல் தோன்றி, பரவிக்கொண்டே இருக்கலாம். காற்றில் ஒரு வெடிச் சப்தம் உண்டாகும் போது அலைகள் தோன்றி உடனேயே மறைந்து விடும். இதைப் போலவே ஒரு கழியை ஓடிக்கும்போது உண்டாகும் சத்தமும் தோன்றிய உடனேயே மறைந்து விடும். தொடர்ந்து அலைகள் உண்டாவதற்கு ஒலிக்குக் காரணமாயுள்ள பொருள் துடித்துக்கொண்டே இருக்கவேண்டும். இசைக்கருவிகள் எல்லாம் காற்றில் அலைகளைத் தொடர்ந்துஉற்பத்திசெய்யும். தொடர்ந்து துடிக்கும் எல்லா ஒலிகளும் இனிமையாக இராது. அதாவது காற்றலைகள் எல்லாம் இன்பத்தை அளிக்கமாட்டா. இதன் காரணத்தைப் பின்பு ஆராய்வோம்.

முதலில் நாம் பார்த்த உதாரணத்தில் கடைசிப் பையன் சற்று நிதானமாகச் சாய்ந்து தன் முன்

நிலையை அடைந்தால் வரிசையில் தோன்றும் அடர்த்தியும் நிதானமாகவே பரவிச் செல்லும். இவ்வாறு இல்லாமல் பையன் சற்று மிடுக்காகச் சாய்ந்து தன் முன் நிலையை அடைந்தால் வரிசையில் அடர்த்தியும் வேகமாகவே செல்லும்.

அதாவது பையன் சாய்ந்து மீளுவதைப் பொறுத்து வரிசையின் அலை இயக்கத்தின் வேகம் அமையும். இதைப்போலவே காற்றலைகள் செல்லும் வேகமும் காற்றின் சுருங்கி மீளும் திறமையைப் பொறுத்து அமையும், காற்றின் சுருங்கி மீளும் திறமை என்றால் என்ன என்பதை விளக்க ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக் கொள்ளுவோம். சைக்கிள் சக்கரத்துக்குக் காற்றடிக்கும் நிறைவியை (Pump) எல்லோரும் பார்த்திருப்பீர்கள். இதன் குழாயினுள்ளே ஒரு பீச்சான் இருப்பதைப் பார்க்கலாம்.

நிறைவியின் அடியில் ஒரு சிறு துவாரம் இருக்கும். இதன் வழியாகத்தான் காற்று வெளிப்படும். பீச்சானை மேலிருந்து கீழே அழுத்தும் போதெல்லாம் காற்று இச்சிறு துவாரத்தின் வழியாக வெளிப்படும். இத்துவாரத்தை விரலினால் மூடிக் கொண்டு பீச்சானை மேலிருந்து கீழே அழுத்தினால் பீச்சான் கீழே செல்ல முடியாமல் துள்ளி மேலெழும்புவதைக் கவனிக்கலாம். குழலிலுள்ள காற்றைச்சுருக்கும்போது அது விற்சுருளைப்போலத் துள்ளி, மீண்டும் தன் நிலைமையை அடைய முயலு

கிறது. இதைத்தான் காற்றின் நெகிழ்ச்சி வன்மை (Elasticity) என்பார்கள். காற்றில் அலைகள் செல்லும் வேகம் காற்றினது நெகிழ்ச்சி வன்மையைப் பொறுத்திருக்கும். இத்துடன் காற்றின் செறிவும் காற்றலைகளின் வேகத்தை நிர்ணயிக்கிறது. காற்றின் நெகிழ்ச்சி வன்மையை அளந்திருக்கிறார்கள்; செறிவையும் அளந்திருக்கிறார்கள். இவ் விவரங்களைக்கொண்டு அலைகள் காற்றில் விநாடிக்குச் சுமார் ஆயிரத்து நூறு அடி வீதம் பரவிச் செல்லுகின்றன என்று அறிந்தார்கள்.

காற்றலைகள் ஒளியைப்போலப் பிரதி பலனமும் அடைகின்றன. மலைகளுக்கருகே ரயில் வண்டி செல்லும்போது அதன் ஊதலினால் உண்டாகும் காற்றலைகள் மலைகளின் மீது பல முறை பிரதி பலனமாகி ஊதல் நின்றும் நெடுநேரம்வரை ஒலியை உண்டாக்கிக்கொண்டிருக்கும். இவ்வாறு பிரதிபலனம் ஆகி, திரும்பி வரும் ஒலியைத்தான் நாம் எதிரொலி என்று சொல்லுகிறோம். சில சமயம் இடி இடிக்கும்போது மேகங்களின் காற்றலைகள் பலமுறை பிரதிபலனம் ஆகி நெடுநேரம் வரை இடி முழங்கிக் கொண்டிருப்பதைக் கேட்கலாம். எதிரொலி ஏற்படுவதற்கு ஓர் நியதி உண்டு. நேரே ஒலியைக் கேட்பதற்கும் பிரதி பலித்து வருகிற ஒலியைக் கேட்பதற்கும் இடையே நிகழ்ந்த நேரம் குறைந்த பக்ஷம் வீசம் செகண்டு இருக்க வேண்டும்.

காற்றலைகளின் வேகம் செகண்டுக்குச் சுமார் ஆயிரத்து நூறு அடி என்று கூறினோம். எனவே காற்றலைகள் தோன்றிய இடத்திலிருந்து மலையோ பெரிய கட்டிடமோ வரை சென்று மீண்டு வந்து நம்மை அடையும் தூரம் சுமார் எழுபத்திரண்டு அடிக்கு மேலிருக்க வேண்டுமென்று ஆகிறது. பிரதி பலனத்தினால் காற்றலைகள் சில இடங்களில் குவிவதும் உண்டு. இந்நிகழ்ச்சி உண்டாவதற்குப் பிரதிபலனத்திற்குக் காரணமாயுள்ள பரப்பு கோள வடிவமாக இருக்கவேண்டும். லண்டனில் (St. Paul's Cathedral) என்ற ஒரு மாதாகோவில் உண்டு. இதன் சுவர்கள் கோள வடிவானவை. இக்கட்டிடம் மிகப் பெரியது. இதன் சுவருக்கு அருகே ஒருவர் குசுகுசு வென்று பேசினாலும் வெகு தூரத்தில் ஆனால் சுவருக்கு அருகேயே யுள்ளவர்களுக்கு இது கேட்கின்றதாம். இதன் காரணத்தை ஆராய்ந்து பார்த்து, கோள வடிவான சுவரின் பரப்பில் ஏற்பட்ட பிரதி பலனத்தினால் காற்றலைகள் சிறிதும் சேதமாகாமல் சுவரின்முன் நெடுந்தூரம் வரை செல்லுகிறதாகக் கூறுகிறார்கள். வெள்ளெழுத்து மூக்குக் கண்ணாடி வில்லையைக் கொண்டு ஒளியைக் குவியச் செய்வது போலக் காற்றலைகளைக் குவியச் செய்யலாம். குழந்தைகளுக்கு நாம் வாங்கும் பலூனில் காற்றை விடக் கனமானதொரு வாயுவை அடைத்து அதை வில்லையாகக் கொண்டு ஒலியைக் குவியச் செய்யலாம்.

காற்றலைகள் எல்லாம் நீளத்திலும், வீச்சிலும், அமைப்பிலும் வேறுபடும். காற்றலைகளின் நீளம் என்னும்போது அடுத்தடுத்துள்ள இரண்டு அடர்த்திகளினிடைத் தூரத்தையே கூறுகிறோம். இதைப்போல இரண்டு தளர்த்திகளினிடைத் தூரத்தையும் அலைகளின் நீளமாகக் கொள்ள லாம். ஒலியெழுப்பும் பொருளின் துடிப்பு வேகத் தைப் பொறுத்துக்காற்றில் உண்டாகும் அலைகளின் நீளம் மாறும். ஒரு வினாடியிலே ஒலியெழுப்பும் பொருள் இயற்றும் துடிப்புகளை அதன் அடுக்கம் (Frequency) என்று சொல்லுவார்கள். இந்த எண்ணிக்கை அதிகமானால் காற்றலைகளின் நீளம் குறைவாகவும், குறைவானால் காற்றலைகளின் நீளம் அதிகமாகவும் அமைந்திருக்கும். அலைகள் பரவும்போது காற்றின் பகுதிகள் தம்மிருப்பிடங் களில் இருந்துகொண்டே முன்னும் பின்னுமாக ஆடிக்கொண்டிருக்கும் என்று பார்த்தோம். இவ்வாறு ஒவ்வொரு பகுதியும் அசைந்து செல்லும் தூரத்தையே அலைகளின் வீச்சு என்று சொல்லு வார்கள், காற்றலைகளின் வீச்சு அதிகமானால் கேட்கும் ஒலியின் முழக்கமும் அதிகமாக இருக்கும். ஒலியெழுப்பும் பொருள் துடிக்கும் மாதிரியைப் பொறுத்து, காற்றில் அலைகளின் அமைப்பு மாறு படும்.

காற்றலைகளும் இசையும்

கலைகளில் சிறந்தது இசைக்கலை. இசையின்பத்தில் ஈடுபடாதவர்கள் கொலை, களவு போன்ற கொடிய செயல்களைச் செய்வார்கள் என்பது ஆங்கில கவி ஷேக்ஸ்பியரின் வாக்கு. பாம்புகள், மிருகங்கள் இவற்றையும் வசீகரிக்கும் சக்தி இசையினிடத்தில் இருக்கிறது. இசைக்கும் மற்றக் கலைகளுக்கும் வித்தியாசமுண்டு. மற்றக்கலைகளை நிதானமாக ரசிக்கலாம், ஓர் சிற்பத்தையோ அல்லது சித்திரத்தையோ நாம் பார்த்துக் கொண்டே இருக்கலாம். அவற்றுக்கு நிலையான உருவங்கள் உண்டு. அவசரப்படாமல் சிறிது சிறிதாக அவற்றின் இன்பத்தைப்பருகிக் கொண்டே இருக்கலாம். இலக்கியத்திற்கும் இவ்வாறே. ஆனால் நம் காதில் விழும் இசை ஒலிகள் சிறிது நேரத்துக்கெல்லாம் மறைந்து விடும். ஒலிகளுக்கு நிலையாய் இருக்கும் தன்மை இல்லை. எனவே திரும்பத் திரும்ப ஒரே பாட்டை அதே விவரங்களுடன் பாடி, கேட்டால் தான் நாம் ஒரு படத்தைப் பார்ப்பதுபோல அப்பாட்டையும் கேட்டுக்கொண்டிருக்க முடியும். இதனால் இசைக்கலையை ரசிப்பது சற்றே சிரமமாகிவிடுகிறது. கேட்டதை உடனே மனதில் வாங்கி அனுபவிக்கும் தன்மையைப் பெறப் பயற்சி வேண்டும். இயற்கையாகவே இசையை அனுபவிக்கும் தன்மை நமக்கு இல்லாவிட்டால் இப்பயிற்சி அதிக பலனை

அளிக்காது என்றும் சிலர் கருதுகிருர்கள். மற்ெருரு விஷயத்திலும் இசைக்கலை மற்றக் கலைகளிலிருந்து வேறுபடுகிறது. இயற்கை நிகழ்ச்சிகள் அல்லது காட்சிகள், புராண கதைகள் இவை ஓவியக் கலை, சிற்பக் கலை இவற்றின் உருவங்களுக்கு ஆதரவு அளிக்கின்றன. இலக்கியத்திற்கு இவற்றுடன் சொற்களும் சேர்ந்து ஆதரவு அளிக்கின்றன. இசைக் கலைக்கு இதுபோன்ற சௌகரியம் கிடையாது. உணர்ச்சிகளை மட்டும் வைத்துக் கொண்டு உருவங்கள் கற்பிக்க வேண்டிய நிலை இசை வாணர்களுக்கு ஏற்படுகிறது. நம்முடைய இசையின் உயிர் ராகங்கள்தான். அவற்றுக்கு உருவம் கற்பித்து அவர்கள் பாடும்போது அவர்களுடைய கற்பனைகளை அறிய வேண்டுமாஞல் நிரம்பிய பயிற்சியும், அனுபவமும் வேண்டும்.

உணர்ச்சிகளை மட்டும் எடுத்துக் காட்டுவதை முக்கிய நோக்கமாகக் கொண்டிருப்பதால்தான் இசைக் கலை மற்றக் கலைகளுக்கெல்லாம் வழி காட்டியாக இருந்து வருகிறது என்று கலைஞர்கள் கருதுகிருர்கள்.

ஒலிகளைச் சுருதி ஏற்றத் தாழ்வுடன் அடுத்தடுத்துத் தொகுதிகளாக உச்சரிக்கும்போது இசை பிறக்கிறது. சுருதி என்பது ஒலி எழுப்பும் பொருளின் துடிப்பு வேகத்தைச் சார்ந்திருக்கிறது. ஒரு செகண்டில் அது இயற்றும் துடிப்புகளைக் கொண்டு அதன் துடிப்பு வேகம் நிர்ணயிக்கப்படும்.

இத்துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையை அடுக்கம் (Frequency) என்று கூறுவார்கள். அடுக்கம் அதிகமானால் ஒலியின் சுருதி உயர்வாக இருக்கும்; குறைவானால் சுருதியும் குறைவாக இருக்கும். இதிலிருந்து இசை ஒலிகளின் சுருதிக்கும் காற்றலைகளுக்கும் உண்டான தொடர்பை அறியலாம். ஒலி எழுப்பும் பொருளின் துடிப்புகளின் எண்ணிக்கையை ஒட்டி, காற்றில் உண்டாகும் அடர்த்தி தளர்த்திகளின் எண்ணிக்கையும் அமைந்திருக்கும் என்பதை நாமறிவோம். துடிப்புகள் அதிகமாக ஏற்படும் போது அடர்த்தி தளர்த்திகள் ஒன்றுக்கொன்று மிக நெருங்கி இருக்கும். எனவே காற்றலைகளின் நீளம் குறைவாக இருக்கும் என்று அறியலாம். துடிப்புகள் குறைவாக ஏற்படும் போது அடர்த்தி தளர்த்திகள் நெடுந்தூரம் விலகி இருக்குமாதலால் அலைகள் நீண்டிருக்கும். ஆகவே இசை ஒலிகளின் சுருதி ஏற்றத் தாழ்வுக்குக் காற்றலைகளின் நீளம்தான் காரணமாகிறது என்று உணரலாம்.

சில சமயம் ஒரே சுருதியில் ஒரு ஒலி அதிக முழக்கத்துடனோ அல்லது குறைந்த முழக்கத்துடனோ நம் காதில் விழுவதைக் கவனிக்கிறோம். வீணைக் கம்பியை இழுத்து மீட்டினால் அதிக முழக்கத்துடனும், இலேசாக மீட்டினால் குறைந்த முழக்கத்துடனும் ஒலி எழுப்புவதை நாம் கேட்கிறோம். இம்முழக்க வேறுபாட்டிற்கும் காற்றலைகளுக்கும்

என்ன சம்பந்தம் என்று கேட்கலாம். ஒரு ஒலி எழுப்பும் பொருள் துடிக்கும்போது அதைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றின் பகுதிகள் அடர்ந்தும் தளர்ந்தும் இருக்குமாறு துடித்து, அலைகளைப் பரவச் செய்கின்றன என்று முன்பு பார்த்தோம். காற்றுப்பகுதிகள் தம்மிருப்பிடங்களில் இருந்து கொண்டே முன்னும் பின்னுமாகத் துடித்து அலைகளை முன்னேறச் செய்கின்றன. இவ்வாறு காற்றுப்பகுதிகள் துடிக்கும்போது அவை அசைந்து செல்லும் தூரத்தை அலைகளின் வீச்சு என்று சொல்லுவார்கள். ஒலி எழுப்பும் பொருளின் துடிப்பு வீச்சு அதிகமாக இருக்கும்போது அலைகளின் வீச்சும் அதிகமாக இருக்கும. அலைகளின் வீச்சு அதிகமாக இருப்பின் ஒலி அதிக முழக்கத்துடன் கேட்கிறது. அலைகளின் வீச்சுக் குறைவாக இருப்பின் ஒலி குறைந்த முழக்கத்துடன் கேட்கிறது. எனவே இசை ஒலிகளின் முழக்க வேறுபாட்டிற்கு அலைகளின் வீச்சுக் காரணமாகிறது என்று உணரலாம்.

இசை ஒலிகளுக்குச் சுருதி, முழக்கம் இவ்விரண்டையும் தவிர மற்றுமோர் அம்சம் உண்டு. நாதசுரம், புல்லாங்குழல் இரண்டும் ஒரே அளவு சுருதி, முழக்கம் கொண்ட ஒலிகளை எழுப்பினும் அவ்வொலிகள் ஒன்ருயிராமல் வெவ்வேருக நம் காதில் விழுவதை அறிகிறோம். நாதசுரத்தின் ஒலி விறுவிறுப்பாகவும் புல்லாங்குழலின் ஒலி மிருதுவாகவும் கேட்கிறது. எனவே ஒவ்வொரு ஒலிக்கும் சுருதி, முழக்கம் இரண்டையும் தவிர மற்

ன்றொரு அம்சம் இருக்க வேண்டுமென்று ஊகிக்கலாம். இதைக்கொண்டுதான் நாதசுரத்தின் ஒலியையும் புல்லாங்குழலின் ஒலியையும் வெவ்வேறாக உணர்ந்தோம். இம்மூன்றாவது அம்சத்துக்குப் பண்பு என்று பெயர். ஒரே மாதிரி குரலைப் பெற்ற அண்ணன் தம்பி இருவர்கள் சேர்ந்து பாடும்போது அவர்களுடைய குரல்களைத் தனித்தனியே நாம் உணருவதும் இப்பண்பு வேறு பாட்டைக் கொண்டுதான். இப்பண்பு வேறு பாட்டுக்கும் காற்றலைகளுக்கும் என்ன சம்பந்தம் என்று கேட்கலாம். இச் சம்பந்தத்தை இப்பொழுது விளக்குவோம்.

இசைக் கருவிகள் நம்மிடையே அனேகம் இருக்கின்றன. குரலைக் கொண்டு இசை ஒலிகளை எழுப்புவதுடன் இவற்றைக் கொண்டும் ஒலிகளை எழுப்புகிறோம். வாய்ப்பாட்டுக்கு அடுத்தபடியாக நம்மிடையே அதிக பிரபலமாய் இருக்கும் இசைக் கருவிகள் வீணை, பிடில், புல்லாங்குழல் முதலியவை. வீணை, பிடில் இரண்டும் கம்பி வாத்தியங்கள். வீணைக்கம்பியை மீட்டும்போது கம்பித் துடிப்புகள் நேராகக் காற்றில் அடர்த்தி தளர்த்திகளை உண்டாக்குவதில்லை. கம்பியின் அசைவினால் வீணைக்குடத்தின் வயிற்றில் வைத்துள்ள குதிரை என்னும் பாகம் அசைகிறது. குதிரை அசைவதினால் குடம் தண்டி முதலிய பாகங்களும் அசைகின்றன. குடத்தினுள்ளே இருக்கும் காற்றும் இவற்றோடு சேர்ந்து அசைகின்றது. கம்பியைக்

காட்டிலும் குடமும் தண்டியும் அதிகப் பரப்புக் கொண்டிருப்பதால் வெளிக்காற்றில் இவற்றின் துடிப்புகளினுல்தான் அடர்த்தி தளர்த்திகள் உண்டாகின்றன. இதைப்போலவே பிடில் வாத்தியத்திலும் உண்டாகிறது. வீணையின் குடம், தண்டி இவை செய்யப்பட்ட பலகை பிடில் பெட்டி செய்யப்பட்ட பலகையைக் காட்டிலும் கனமாயிருப்பதால் அவை எளிதாகத் துடிக்காது. இதுதான் இரண்டுக்குமுள்ள வித்தியாசம். புல்லாங்குழலில் எவ்வாறு ஒலி எழும்புகிறது என்று கவனிக்கவும். அதை வாசிப்பவர் ஊது துளையில் காற்றை ஊதுகிருர். அப்பொழுது அவர் உதடுகளை நெருக்கி வைத்துக் கொள்ளுவதைப் பார்க்கலாம். காற்று, பீறலாக உதடுகளின் வழியாக வெளிப்பட்டு ஊது துளையின் விளிம்பை மோதுகிறது. இதனுல் குழலினுள் இருக்கும் காற்றும் குழலின் பக்கங்களும் சேர்ந்து துடிக்கின்றன. ஒருவர் பாடும்போது அவரது குரல் நாண்கள் துடித்து அத்துடிப்புகள் தொண்டை, வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களிலுள்ள காற்றைத் துடிக்கச் செய்கின்றன. அவ்விடங்களிலுள்ள சதையும் இவற்ருேடு துடிக்கின்றது. எல்லாத் துடிப்புகளும் சேர்ந்து காற்றில் அலைகளை எழுப்புகின்றன. எனவே இசை ஒலிகளை எழுப்பும் ஒவ்வொரு கருவியின் துடிப்புகளும் எளிதாக அமைந்திராமல் இருப்பதை உணரலாம்.

அலைகளுக்கு நீளம், வீச்சு இரண்டையும் தவிர அமைப்பு என்று ஓர் அம்சம் உண்டு. ஒலி

யின் பண்பு வேறுபாட்டிற்கு அலைகளின் அமைப்புத் தான் காரணம் என்று அறிந்தார்கள். அலைகளின் அமைப்பு ஒலி எழுப்பும் பொருளின் துடிப்பின் சிக்கலைப் பொறுத்தது. கடிகாரத்திலுள்ள பெண்டுலத்தை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இதன் ஆட்டத்தை நாம் எளிதாகக்கண்ணால் பார்க்கலாம். இது ஒரு செகண்டில் இயற்றும் துடிப்பு எண்ணிக்கை மிகக்குறைவாக இருக்கும். அதனால்தான் இதன் அசைவைத் துடிப்பு என்று சொல்லாமல் ஆட்டம் என்று சொல்லுகிறோம். ஒலி எழுப்பும் எல்லாப் பொருள்களும் பெண்டுலத்தைப்போலத் துடிக்கும். ஆனால் அவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு மாதிரி யாகத் துடிக்கும். துடிப்புகள் எண்ணிக்கை வீச்சு இரண்டிலும் ஒன்றாய் இருந்த போதிலும் துடிக்கும் மாதிரியைப் பொறுத்து வேறுபடும். எல்லாத் துடிப்புகளைவிட, பெண்டுலத்தின் துடிப்புத்தான் மிக எளியது; சிக்கலே இல்லாத துடிப்பு. பெண்டுலம் ஆடும்போது அது இரண்டு எல்லைகளுக்கு இடையே திரும்பத் திரும்பப் போய்க்கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இவ்விரண்டு எல்லைகளுக்குப் பெண்டுலம் வரும்போதெல்லாம் ஒரு நொடிப் பொழுது அசைவற்று நிற்கும். அவ்விடங்களில் இருந்து கிளம்பும்போது அதன் வேகம் சீராக அதிகரித்து வந்து நடு மையத்தைத் தாண்டியவுடன் குறைந்து கொண்டு போகும். மற்றொரு எல்லைக்கு வந்தவுடன் அசைவற்று ஒரு நொடிப்பொழுது நிற்கும். இவ்வாறு பெண்டுலம் ஆடிக்கொண்டே

போகும். இசைக்கவடு (Tuning Fork) என்று ஓர் கருவி உண்டு. இக்கருவி பெண்டுலம் அசைகிற மாதிரியே அசையும். இக்கருவி காற்றில் உண்டாக்கும் அலைகளின் அமைப்புத்தான் மிக எளியது. சிக்கலான அமைப்புக்கு ஓர் உதாரணத்தை எடுத்துக்கொள்ளுவோம். பிடில் கம்பி அசையும் விதத்தைக் கவனிக்கவும். வில்லை மீட்டும் போது அது கம்பியைச் சிறிது தூரம் இழுத்துச் செல்லுகிறது. உடனே கம்பி வில்லை விட்டுக் கக்கிக்கொண்டு வில்லுக்கு எதிர்ப்புறமாக ஓடி வருகிறது. மறுபடியும் வில்லினால் கவ்வப்பட்டு அதனுடன் செல்லுகிறது. இவ்வாறு கம்பி வில்லுடனும் வில்லுக்கு எதிர்ப்புறமாகவும் அசைந்து துடித்துக் கொண்டிருக்கும். பெண்டுலத்தின் இயக்கத்திற்கும் பிடில் கம்பியின் இயக்கத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தைக் கூர்ந்து கவனிக்கவும். கம்பியின் வேகம் வில்லுடன் செல்லும்போது ஒரே அளவினதாய் இருக்கும். கக்கிக்கொண்டு எதிர்ப்புறமாக வரும்போதுதான் வேகத்தின் அளவும் திசையும் மாறும். ஆனால் பெண்டுலத்தின் வேகம் பூஜ்யத்திலிருந்து நிதானமாக அதிகரித்துக்கொண்டே சென்று, பின்னர் நிதானமாகக் குறைந்து கொண்டே செல்லுகிறது. மறுபடியும் பூஜ்யமாகிறது. எனவே கம்பியின் இயக்கத்திற்கும் பெண்டுலத்தின் இயக்கத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை அறியலாம். பிடிலில் கம்பி மட்டும் துடிப்பதில்லை; அதன் எல்லாப் பாகங்

களும் துடிக்கின்றன. ஒவ்வொரு பாகத்தின் துடிப்பும் ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். எல்லாத் துடிப்புகளும் சேர்ந்துதான் காற்றலைகளை உண்டாக்குகின்றன. எனவே காற்றலைகளின் அமைப்புச்சிக்கலாகி விடுகிறது, இச்சிக்கலைப் பொறுத்தான் பிடில் வாத்தியத்தின் ஒலியின் பண்பு அமைகிறது. சிக்கல் குறைவாகவுள்ள அலையமைப்புக்கொண்ட வாத்தியம் புல்லாங்குழல். அதனால் தான் இதன் நாதம் மிருதுவாக இருப்பதாகக் கூறுகிறார்கள். குரல் நாண்கள் எழுப்பும் காற்றலைகளே மிகவும் சிக்கலானவை என்று அறிந்தார்கள். இவ்வாறாக இசை ஒலிகளின் பண்பு வேறு பாட்டுக்குக் காரணத்தை உணர்ந்தார்கள்.

ஒளியலைகள்

தொன்று தொட்டு நம் முன்னோர்கள் பல நிறங்களைப் பார்த்து வந்த போதிலும் அவற்றின் தன்மையை அறியவில்லை. நீலவானமும் நீலத்திரைக்கடலும் நம்மிடையே என்றென்றும் இருந்து வருகிற காட்சிகள். மரம், செடி, கொடிகளின் பச்சை நிறமும் பறவைகளின் பலவித நிறங்களும் அவர்கள் மனதைக் கவர்ந்திருக்க வேண்டும். நிறங்களுக்குக் காரணம் கண்டு பிடிக்

கும் சோதனைகளில் முதல் முதல் இறங்கியவர் நியூட்டன் என்ற விஞ்ஞானி. இவர் ஒரு இருட்டறையில் ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாகச் சூரியனது ஒளியைப் புகச்செய்து அதன் வழியில் ஒரு முப்பட்டைக் கண்ணாடியை வைத்தார். அதன் பின்னால் ஒரு திரையைப் பிடித்து முப்பட்டையின் மூலம் வெளிவரும் ஒளியை ஏற்றுப்பார்க்கும்போது அதில் பலவேறு நிறங்கள் கொண்டதொரு ஒளிப் பட்டை விழுவதைக் கண்டார். இப்பட்டையின் ஒருமுனை சிவப்பாகவும் மற்றமுனை ஊதா நிறமாகவும் இருந்தது. இவற்றினிடையே ஆரஞ்சு, மஞ்சள், பச்சை, நீலம், அவுரி முதலிய நிறங்கள் தோன்றுவதைப் பார்த்தார். ஒளிக்கு முப்பட்டை நிறங்களைக் கொடுத்திருக்குமோ என்று நினைத்து மற்றொரு சோதனை செய்து பார்த்து அவ்வாறு இல்லை என்று தெரிந்து கொண்டார். இந்நிற ஒளிகளில் ஒரு பகுதியின் வழியில் மற்றொரு முப்பட்டையை வைத்து அதிலிருந்து அந்நிற மட்டுமே வெளிவருவதைக்கண்டு முதல் முப்பட்டை ஒளிக்கு நிறம் ஊட்டவில்லை என்று தெரிந்துகொண்டார். எனவே இந்நிறங்கள் எல்லாம் சூரியனது ஒளியில் இருக்கின்றன என்றும் முப்பட்டை இவற்றைத் தனித்தனியே பிரித்ததே ஒழிய ஒளிக்கு நிறங்களை ஊட்டவில்லை என்றும் தெரியவந்தது. நியூட்டன் இத்துடன் நிற்கவில்லை. வட்டவடிவுள்ள காகித அட்டை ஒன்றை எடுத்து, அதன் நடுவே ஒரு ஊசியைச் செருகி, அட்டை ஊசியைச்

சுற்றிச் சுழலுமாறு செய்துகொண்டார். அட்டையின் மீது நிறப்பட்டையில் இவர் கண்டது போல வர்ணங்களைத் தீட்டிக்கொண்டு அட்டையை வேகமாகச்சுற்றி அப்பொழுது இந்நிறங்கள் ஒன்றுகூடி ஏறக்குறைய வெண்ணிற உணர்ச்சியைத் தோற்றுவிப்பதைக்கண்டார். ஆகவே வெண்ணொளி பல நிற ஒளிகளின் சேர்க்கை என்று திட்டமாக அறியப்பட்டது. இதை வேறொரு விதமாக எடுத்துக் கூறுவதும் உண்டு.

பிரதி பலனத்தைப்போல ஒளிக்கு மற்றோர் முக்கிய நிகழ்ச்சி உண்டு. இதற்கு ஒளிக்கோட்டம் (Refraetion) என்று பெயர். ஒரு சிறு குச்சியின் ஒரு முனையைத் தண்ணீரில் சிறிது முழுக்கி, அதைச் சற்று ஒருபுறமாகச் சாய்த்துப் பிடித்தால் நீரினுள்ளே முழுகி இருக்கும் பாகம் நீர்மட்டத்திலே ஒடிந்து மேற்புறமாக மடங்கி இருப்பது போலத் தோன்றுவதைக் காணலாம். முழுகிஇருக்கும் பகுதியிலிருந்து ஒளி நீர் மட்டத்தைத் தாண்டி வெளியே வரும்போது அதன் திசை மாறுவதினால் இப்படித் தோன்றுகிறது. இத்திசை வேறுபாட்டையே ஒளிக்கோட்டம் என்று கூறுவார்கள். கண்ணாடி முப்பட்டைகள், வில்லைகள் இவற்றைக் கொண்டு ஒளியைக் கோட்டமடையச் செய்யலாம். ஒரு முப்பட்டையில் சூரியனது ஒளி கோட்டமடைந்து வெளிவரும் போது அதில் அடங்கியுள்ள பலநிற ஒளிகள் பலவேறு அளவுகளுக்குக் கோட்டம் அடைகின்றன. அதாவது ஒவ்வொரு நிற

ஒளிக்கும் ஏற்பட்ட திசை மாற்றத்தின் அளவு ஒவ்வொரு விதமாக அமைகின்றது. மற்ற நிறங்களைக் காட்டிலும் சிவப்பு நிற ஒளிக்குக் குறைவாகவும் ஊதா நிற ஒளிக்கு அதிகமாகவும் திசை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. எனவே வெண்ணொளியில் பலவேறு நிறங்கள் இருக்கின்றன என்று கூறுவதற்குப் பதிலாகப் பலவேறு கோட்ட விலைப்பு கொண்ட ஒளிகள் இருப்பதாகக் கூறுவார்கள்.

வெண்ணொளியில் இப் பலவேறு நிற ஒளிகள் அமைந்துள்ள விதத்தை எடுத்துக்காட்ட நியூட்டன் ஓர் ஊகத்தை வெளியிட்டார். இவர் ஒளியைத் தரும் எல்லாப் பொருள்களும் ஏராளமான சிறிய துகள்களை வீசிக்கொண்டிருப்பதாகவும், அவற்றின் பாதைகள் தான் ஒளிக் கிரணங்கள் என்றும் கருதினார். இச்சிறு துகள்கள் எல்லாம் பலநிற ஒளிகளுக்குத் தகுந்தாற்போலச் சிறிதும் பெரிதுமாக இருக்க வேண்டுமென்று நினைத்தார். மற்ற நிறஒளிகளைக்காட்டிலும் சிவப்பு நிற ஒளியின் துகள்கள் பெரியவையாகவும் ஊதா நிற ஒளியின் துகள்கள் சிறியவையாகவும் இருப்பதாக அபிப்ராயப்பட்டார். இத்துகள்கள் செல்லும் வேகம் தான் ஒளியின் வேகம் என்று கூறினார். சூரியனது ஒளி முப்பட்டையில் நுழையும்போது இத்துகள்கள் எல்லாம் பல வேறு அளவுக்குக் கவரப்படுவதாக நினைத்தார். ஊதா ஒளித்துகள்கள் அதிகமாகவும் சிவப்பு ஒளித் துகள்கள் குறைவாகவும் கவரப்படுவதால் ஊதா ஒளிக்கு அதிக திசை வேற்றுமை

யும், சிவப்பு ஒளிக்குக் குறைவான திசை வேற்றுமையும் ஏற்படுகிறது. இதன் விளைவாக வெண்ணொளியில் உள்ள பலவேறு நிறங்கள் தனித் தனியே பிரிக்கப்படுகின்றன. மேலும் கண்ணாடியின் கவர்ச்சியினால் பல நிற ஒளித்துகள்கள் வெவ்வேறு வேகங்களுடன் கண்ணாடியில் பரவிச் செல்லுகின்றன என்றும் ஒளி விசும்பில் செல்லுவதைவிடக்கண்ணாடி தண்ணீர் முதலிய பொருள்களின் மூலம் செல்லும்போது அதிக வேகத்துடன் செல்ல வேண்டுமென்றும் முடிவு கட்டினார். இவ்வாறு அவர் கூறிய விவரங்களை மற்ற விஞ்ஞானிகள் முதலில் ஒப்புக்கொண்ட போதிலும் வேறு சில நிகழ்ச்சிகளின் விளைவாக அவர்கள் கூறியது தவறு என்று உணர்ந்தார்கள்.

நியூட்டன் இறந்துபோன சில ஆண்டுகள் கழித்து, 'எங்க்', 'ப்ரெனல்' என்ற விஞ்ஞானிகள் ஒளியினிடத்தில் ஓர் நூதன பண்பைக் கண்டார்கள். ஒளியும் ஒளியும் சேரும்போது சில சந்தர்ப்பங்களில் அதிக ஒளி உண்டாகாமல் இருள் உண்டாவதைக் கண்டார்கள். ஒளி துகள்களாக இருக்குமானால் இரண்டு ஒளிகள் சேரும் போது அதிக துகள்கள் அல்லவா கிடைக்க வேண்டும்? இவ்வாறில்லாமல் துகள்களே அற்றுப் போகும் நிலைமையல்லவா ஏற்படுகிறது? பொருளுக்கு அழிவில்லாதபோது இது எவ்வாறு உண்மையாக இருக்கக்கூடும் என்று நினைத்தார்கள். ஒளி அலை இயக்கம் என்று கொண்டால் இச்சம்பவத்திற்குக் காரணம் சுலபமாகக் கூறலாம் என்று காட்டி

ணர்கள். நீர் அலைகளைப்பற்றிய விவரங்களை நாமறிவோம். அசைவற்றிருக்கும் நீரில் ஒரு கல்லைப் போட்டவுடன் அலைத்தொடர் ஒன்று நாலு திசைகளிலும் பரவுவதைக் காண்கிறோம். கல் போட்ட இடத்திற்கு அருகே மற்றொரு கல்லை அதே சமயத்தில் போட்டால் இரண்டு அலைத் தொடர்கள் ஒருங்கே கிளம்பி நீர்ப்பரப்பில் பரவுவதைப்பார்க்கலாம். இவ்வாறு அலைகள் பரவிச் செல்லும்போது சில இடங்களில் ஒரு அலைத் தொடரின் முகடுகள் (Crests) மற்றொரு அலைத் தொடரின் முகடுகளோடு சேருவதையும் வேறு சில இடங்களில் ஒன்றினது முகடுகள் மற்றதின் அகடுகளுடன் (Troughs) சேருவதையும் பார்க்கலாம்.

இதனால் முதற் சொன்ன இடங்களில் நீர்த் துளிகளின் துடிப்பு வீச்சு அதிகமாகி அவை ஒருமைப்பட்டு வலிமை மிகுந்து இருப்பதையும், இரண்டாவதாகச் சொன்ன இடங்களில் நீர்த் துளிகளின் துடிப்பு வீச்சுச் சூன்யமாகி துகள்கள் அசைவற்று இருப்பதையும், வேறு சில இடங்களில் பார்க்கலாம். ஒளி அலை இயல்பு கொண்டிருக்குமானால் இந்த உபமானம் அதற்குப் பொருந்தும். இரண்டு ஒளி அலைத் தொடர்கள் சேரும்போது சில இடங்களில் அவை முரணி வலிமை இழந்து இருள் உண்டாக வேண்டும். இதுதான் முற்சொன்ன விஞ்ஞானிகள் சோதனைகளினால் கண்ட முடிவும். ஒளியின் அலை இயல்பு வேறு வழியிலும் ஊர்ஜிதப் படுத்

தப்பட்டது. நியூட்டன் கொள்கைப்படி கண்ணாடி, தண்ணீர் இவற்றில் ஒளியின் வேகம் விசும்பில் இருப்பதைவிட அதிகமாக இருக்கவேண்டும். ஒளியை அலை இயக்கமாகக்கொண்டு இப்பொருள் களில் ஒளியின் கதி விசும்பில் இருப்பதைவிடக் குறைவாக இருக்க வேண்டுமென்று காட்டினார்கள். எது சரியென்று அறிய ஒரு பிரபலப் பிரஞ்சு விஞ்ஞானி சோதனை செய்து பார்த்தார். அவர் நீரில் ஒளி செல்லும் வேகத்தை அளந்து, அது விசும்பில் இருப்பதைவிடக் குறைவாக இருப்பதைக் காட்டினார். எனவே ஒளி அலை இயக்கமாகத்தான் இருக்க வேண்டுமென்று முடிவு கட்டினார்கள்.

தண்ணீரில் சிறிது எண்ணெயைத் தெளித்து அது மிதக்கும் இடங்களைக் கவனித்தால் வான வில்லில் தோன்றுவதுபோலப் பல நிறங்கள் தோன்றுவதைப் பார்க்கலாம். ஆனால் இங்கு வான வில்லில் உள்ள எல்லா நிறங்களும் தெரியாது. சில நிறங்கள் நீக்கப்பட்டிருக்கும். வெவ்வேறு சாய்வுகளிலிருந்தும் எண்ணெய்ப் படலத்தைப் பார்க்கும் போது இந்நிறங்களின் தராதரமும் மாறுவதைக்கவனிக்கலாம். இது ஒளி அலைகளின் சேர்க்கையினால் ஏற்பட்ட விசித்திரமே ஒழிய வேறில்லை. இதைச் சற்று விளக்குவோம். கடலில் நீளம் மிகுந்த அலைகளைப் பார்த்திருக்கிறோம். குளம், ஏரிகளில் நீளம் குறைவான அலைகளைப் பார்த்திருக்கிறோம். இதைப்போலக் காற்றலைகளி லும் நீண்ட அலைகளும் உண்டு; நீளம் குறுகிய

அலைகளும் உண்டு. நீளம் அதிகமான காற்றலைகள் குறைந்த சுருதியுள்ள ஒலியுணர்ச்சியையும், நீளம் குறைவான காற்றலைகள் அதிக சுருதியுள்ள ஒலியுணர்ச்சியையும் உண்டுபண்ணுகின்றன. ஒளி அலைகளிலும் பல்வேறு நீளம் கொண்ட அலைகள் இருக்கின்றன. நிறத்திற்கும் அலைக்கும் என்ன சம்பந்தம் என்று பார்க்கும்போது நிற வேற்றுமைக்குக் காரணம் அலை நீளத்தில் ஏற்பட்ட வேற்றுமைதான் என்று தெரிந்தது. ஒவ்வொரு நிற ஒளியின் அலைகளின் நீளம் ஒவ்வொரு விதமாக இருப்பதையும் மற்ற நிறங்களைக் காட்டிலும் சிவப்பு நிற ஒளி அலைகளின் நீளம் அதிகமாக இருப்பதையும் ஊதா நிற ஒளி அலைகளின் நீளம் குறைவாக இருப்பதையும் பார்த்தார்கள். தண்ணீரில் எண்ணெய் விழுந்த இடங்களில் தோன்றும் நிறங்களுக்குக் காரணத்தை இப்பொழுது சுலபமாக அறியலாம். எண்ணெய்ப் படலத்தின் மீது விழும் வெண்ணொளியில் சிறிது பாகம் தான் மேற்பரப்பில் பிரதி பலனம் ஆகிறது. பெரும் பகுதி உட்சென்று அடிப்பரப்பில் பிரதி பலனம் ஆகித் திரும்புகிறது. உட்சென்று வெளி வரும்போது அதில் அடங்கியுள்ள பலவேறு நிறங்களுக்குண்டான ஒளி அலைகள் அவற்றின் நீளத்திற்குத் தகுந்தாற்போல வெவ்வேருகப் பிரிக்கப் படுவதுடன் அலைகளின் சேர்க்கையினுல் சில நிற ஒளி அலைகள் ஒன்றுக்கொன்று முரணுகி வலிமை இழந்து விடுகின்றன. எஞ்சி வெளிவரும் நிறங்

களை மட்டும் நாம் பார்க்கிறோம். வெவ்வேறு சாய்வுகளிலிருந்து பார்க்கும்போது சாய்வுக்குத் தகுந்தவாறு நீக்கப்படும் நிறமும் மாறுபடுகிறது. இதனால் நாம் பார்க்கும் நிறங்களின் தராதரமும் மாறுபடுகிறது. இதிலிருந்து ஒளியின் நிறத்திற்கும் அதன் அலை நீளத்திற்குண்டான உறவை உண ரலாம்.

ஒளி அலைகளும் ஓவியக் கலையும்

இயற்கை அழகையும் உருவங்களையும் அப்படியே படத்தில் வரைந்து காட்டுவதை முக்கிய நோக்கமாகக் கொண்டிருக்கிறது ஓவியக்கலை. இயற்கையில் காணும் விதம் விதமான தோற்றங் களை ஓவியன் முதலில் அவன் மனதில் நிறுத்திக் கொண்டு பின்னர் காகிதத்தில் வர்ணங்களைக் கொண்டு பார்த்த வண்ணமே உருவாக்குகிறான். இசைவாணன் ஒலிகளைக்கொண்டு அவன் பாவ உணர்ச்சியைப் பிறருக்கு விளக்குவதுபோல, ஓவி யனும் வர்ணங்களைக்கொண்டு அவன் பாவ உணர்ச் சியைப் பிறருக்குக் காட்டுகிறான். கேவலம் சில கருவிகளைக்கொண்டும் வர்ணங்களைக் கொண்டும், அகக் கண்ணில் எழுந்த உணர்ச்சியைப் பிறருக்கு

எடுத்துக்காட்டுவது என்பது மிகவும் சிரமமான காரியம். இதற்கு முதலில் அவனுக்குக் கலைஞானம் வேண்டும். இத்துடன் வர்ணங்களைப் பற்றிய விஞ்ஞான அறிவு வேண்டும், முக்கியமாகப் பதப் பட்ட கைகள் வேண்டும்.

மரணத்தறுவாயில் இருக்கும் ஒருவரின் படத்தை அவன் வரைய வேண்டியிருக்கிறது என்று கொள்வோம். இதற்கு அவரது முகம், உடல் முதலிய உறுப்புகள் களைகுன்றித் தோன்றுமாறு செய்யவேண்டும். இதுமட்டும் போதாது; அவரைச் சூழ்ந்துள்ள எல்லாப் பொருள்களும் ஒளி இழந்து தோன்றுமாறு செய்யவேண்டும். சிறந்த ஓவியன் இவற்றை வர்ணங்களைக் கொண்டு மட்டும் செய்து படத்தைப் பார்த்தவுடன் நம்மைத் துயரம் அடையுமாறு செய்துவிடுகிறான். பொருள்களுக்கு நிறங்கள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன, ஒளிக்கும் நிறத்துக்கும் என்ன சம்பந்தம், எந்த முறையில் வர்ணங்களைச் சேர்க்க வேண்டும், இவைபோன்ற விஷயங்களை அவன் நன்கு அறிந்தால் அன்றி, இதில் வெற்றி பெற முடியாது. எனவே ஓவியக்கலைக்கு வர்ணங்களைப் பற்றிய விஞ்ஞான அறிவு அவசியம் என்று உணரலாம். இதைப் பற்றிய சில விவரங்களை இங்கே காண்போம்.

சூரியனது வெண்ணொளியில் பலவேறு நிறங்கள் இருப்பதை முன்னே பார்த்தோம். பெரும்பாலும் சூரியனது ஒளியைக் கொண்டுதான் நாம்

பொருள்களைக் காண்கிறோம். மாலையில் சூரியன் மறைந்ததும் இயற்கை தன் நிறச்சோபையை இழந்துவிடுவதிலிருந்து நிறங்களுக்கு மூலகாரணம் சூரியனது ஒளிதான் என்று அறியலாம். பொருள்களின் மீது சூரியனது வெண்ணொளி விழுந்த போதிலும் ஒவ்வொரு பொருளும் ஒவ்வொரு நிறமாகத் தோன்றுகிறது. மரத்தின் இலைகள் மீதும்தான் சூரிய வெளிச்சம் விழுகிறது. அதன் புஷ்பங்களின் மீதும்தான் சூரிய வெளிச்சம் விழுகிறது. இலைகள் பச்சை நிறமாகவும் புஷ்பங்கள் வேறு நிறமாகவும் தோன்றுகின்றன. மேலும் பச்சை நிறத்திலுள்ள ரகங்களையும் புஷ்பங்களின் நிறங்களையும் கணக்கிட முடியுமா என்றுகூட நினைக்கிறோம். ஆராய்ந்து பார்க்கும் போது எண்ணற்ற நிறபேதங்கள் உண்டாவதற்கு எல்லாப் பொருள்களிலும் உள்ள வர்ணப் பசை (Pigment) என்னும் பொருள் தான் காரணம் என்று தெரிய வந்தது. இவ்வர்ணப் பசையின் தன்மை பொருளுக்குப் பொருள் வேறுபடுவதைக் கண்டார்கள். இப்பசை சூரியனது வெண்ணொளியில் அநேக நிறங்களையும் உறிஞ்சிவிடுகிறது. எஞ்சி நிற்கும் நிறத்தையோ அல்லது நிறங்களைக்கொண்டோ பொருளின் நிறம் நிர்ணயிக்கப்படும். ஒரு பொருளின் மீது விழும் ஒளி அதன் மேற்பரப்பில் மட்டும் பிரதிபலனம் ஆகித் திரும்புவதில்லை. அதில் பெரும் பகுதி பொருளுக்குள் செல்லுகிறது. இதனால்தான் அதில் உள்ள நிறங்கள் உறிஞ்சப்படுவது சாத்தியமாகிறது. சிவப்பு நிற

மாகத் தோன்றும் புஷ்பத்தில் சிவப்புத்தவிர மற்ற நிறங்கள் நீக்கப் படுகின்றன. நீல நிறமாகத் தோன்றும் புஷ்பத்தில் நீல நிறத்தைத்தவிர மற்ற நிறங்கள்நீக்கப்படும். கண்ணுடிகளில் சில சிவப்பாகவும் சில நீலமாகவும் தோன்றுவதும் இதே காரணம் பற்றித்தான். சிவப்புக் கண்ணுடி ஒன்றை உடைத்துத் தூள் தூளாகச் செய்தால் அதன் சிவப்பு நிறம் மறைந்து விடுவதைப் பார்க்கலாம். உடைந்த தூள்களின் மீது விழும் வெண்ணெளி தூள்களுக்குள் செல்லுவதில்லை. அவற்றின் மேற்பரப்பில் மட்டும் தான் பிரதிபலனம் ஆகித்திரும்புகிறது. எனவே கண்ணுடியின் வர்ணப் பசைக்கு நிறங்களை உறிஞ்சுவதற்குச் சந்தர்ப்பம் வாய்ப்பதில்லை. ஒரு பொருள் எல்லா நிறங்களையும் உறிஞ்சிவிட்டால் அது முற்றிலும் கறுப்பாகத்தோன்றும். எனவே வர்ணப் பசையின் உறிஞ்சுதலினுல் ஏற்பட்ட விளைவுதான் பலவேறு நிறங்கள் என்று அறியலாம்.

முன்னுளில் வர்ணப் பொருள்களைத் தாவரங்களிலிருந்தும் கனிப்பொருள்களிலிருந்தும் பெற்று வந்தார்கள். தற்காலம் இவற்றை இரசாயனப் பொருள்களைக்கொண்டு செயற்கையாகத்தயாரித்து வருகின்றுர்கள். வர்ணம் நன்ருக ஒட்டுவதற்கு அத்துடன் வேறு சில பொருள்களையும் சேர்த்துக் கொள்ளுவதுண்டு. சேர்க்கப்படும் பொருள்களைப் பொறுத்து, படம் வரையும் முறைகளும் வேறுபடுகின்றன. சுவரின் மீதும் கூரையின் மீதும், தூண்களின் மீதும் படம் வரையும் முறை மிகவும்

பழமையானது. நம் நாட்டில் அஜந்தா குகையின் சுவர்களில் உள்ள சித்திரங்களைப்பற்றி அனை வரும் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். மெல்லிய உலோ கத்தகடுகள் மரப்பலகைகள் இவற்றின் மீதும் படங்கள் வரைவதுண்டு. பெரும்பாலும் படம் வரைவதற்குக் கான்வாஸ் துணியும், காகிதமும் தான் கையாளப்படுகின்றன. இவற்றை உபயோ கிக்கும் முறைகளுக்கு எண்ணெய் கலந்த வர்ண முறை (Oil Painting) என்றும், நீர் கலந்த வர்ணமுறை (Water Colour) என்றும் பெயர். வர்ணப்பொருளை நன்ருகப் பொடிசெய்து கொண்டு எண்ணெயில் கலப்பார்கள். பெரும்பாலும் ஆளி விதை எண்ணெய் (Linseed Oil) இதற்குப் பயன் படும். காற்றுப்பட்டவுடன் இவ்வெண்ணெய் காற்றிலுள்ள பிராணவாயுவைக் கிரகித்து இறுகி விடும். இதற்காகவேதான் இவ்வெண்ணெய் சேர்க்கப்படுகிறது. நீர் கலந்த வர்ணமுறையில் வர்ணப் பொருளைச் சிறிதளவு 'கிளிஸெரீன்' (Gly-cerine) அல்லது தேனுடன் சேர்த்து நீரில் கரைத்து விடுவார்கள். ஒவ்வொரு முறையிலும் தொழில் நுட்பங்கள் அநேகம் இருக்கின்றன.

இனி ஒளிச்சேர்க்கைக்கும் வர்ணச் சேர்க்கைக் கும் உள்ள ஒரு முக்கிய வித்தியாசத்தைப் பார்ப் போம். வெண்ணொளியில் பல நிற ஒளிகள் இருப்பதை நியூட்டன் காண்பித்ததுடன் அப்பல நிற ஒளிகளை ஒன்று சேர்த்து எவ்வாறு திரும்ப வெண்ணொளியைப் பெறலாம் என்று காண்பித்தார்.

வெண்ணொளியைப் பெறுவதற்கு மூன்று நிற ஒளிகள் இருந்தால் போதுமென்று தெரிய வந்தது. சினிமாக் கொட்டகையில் உள்ள திரையில் சேர்ந்தாற்போல மூன்று விளக்குகளிலிருந்து வெளிச்சம் விழுமாறு செய்வதாகக் கொள்வோம். இம்மூன்று விளக்குகளின் கண்ணாடிக் குமிழ்களும் முறையே சிவப்பு, பச்சை, நீல நிறங்கள் கொண்டவைகளாக எடுத்துக்கொள்ளுவோம். திரையில் இம்மூன்று நிறங்களும் ஒன்றின் மேல் ஒன்று விழும்போது திரை வெண்மையாகத் தோன்றுவதைப் பார்க்கலாம். இம்மூன்றில் ஒன்று நீங்கலாக மற்ற இரண்டு நிறங்களைச் சேர்த்தால் வேறு நிறங்கள் கிடைப்பதையும் பார்க்கலாம். சிவப்பு ஒளியையும் பச்சை ஒளியையும் சேர்த்தால் மஞ்சள் ஒளி கிடைக்கும். நீல ஒளியையும் பச்சை ஒளியையும் சேர்த்தால் மயில் நிறம் கிடைக்கும். சிவப்பையும் நீலத்தையும் சேர்த்தால் மாக்னடா (Magneta) என்ற ஒருவித சிவப்புக் கிடைக்கும். இவ்வாறாக இம் மூன்று நிற ஒளிகளைக் கொண்டு அனேக நிற வகைகளைப் பெறலாம். மஞ்சள் ஒளியையும் நீல ஒளியையும் சேர்ப்பதற்குப் பதிலாக மஞ்சள் வர்ணப்பொருளையும் நீல வர்ணப்பொருளையும் சேர்த்தால் இரண்டும் சேர்ந்து வெண்மையாக மாறுவதில்லை. பச்சைவர்ணம்தான் கிடைக்கிறது. இதற்குக் காரணம் என்ன என்று கேட்கலாம். மஞ்சள் வர்ணப்பொருளின் மீது சூரியனது வெண்ணொளி விழும்போது அதில் உள்ள நிறங்களில் மஞ்சள் நிற

ஒளியை மட்டும் அது கிரகிப்பதில்லை. நீலம் ஊதா முதலிய நிற ஒளிகளை அது முற்றிலும் உறிஞ்சி கிறது. சிறிது அளவுக்கு சிவப்பு, பச்சை நிற ஒளிகளை உறிஞ்சுகிறது. எனவே மஞ்சள் வர்ணப் பொருளிலிருந்து மீண்டும் வரும் ஒளியில் மஞ்சள் நிறம்தான் மேல் ஓங்கி நிற்கிறது. இத்துடன் உறிஞ் சப்படாத சிவப்பும் பச்சையும் கலந்து வருகிறது. நீலவர்ணப்பொருளின்மீது சூரியனது வெண்ணொளி விழும்போது அதில் உள்ள நீல நிற ஒளியை அது ஒன்றும் செய்வதில்லை. மஞ்சள், சிவப்பு முதலிய நிறங்களை அது முற்றிலும் உறிஞ்சி விடுகிறது. சிறிது அளவுக்குத்தான் அது பச்சையை விழுங்குகிறது. எனவே நீலவர்ணப்பொருளிலிருந்து மீண்டுவரும் ஒளியில் நீலம் மேலோங்கி இருந்த போதிலும் சிறிது பச்சையும் கலந்து வருகிறது. நீல வர்ணப் பொருளையும் மஞ்சள் வர்ணப் பொருளையும் சேர்க்கும்போது மஞ்சள் வர்ணப் பொருள் நீல நிற ஒளியை விழுங்கிவிடுகிறது. இதைப்போல நீலவர்ணப் பொருள் மஞ்சள் சிவப்பு நிற ஒளிகளை விழுங்கி விடுகிறது. இரண்டு பொருள்களாலும் விழுங்கப்படாமல் எஞ்சி நிற் கும் நிறம் பச்சைதான். எனவே மஞ்சள் வர்ணத் தையும் நீல வர்ணத்தையும் சேர்க்கும் போது பச்சைதான் கிடைக்கிறது. இது தான் ஒளிச் சேர்க்கைகளுக்கும் வர்ணச் சேர்க்கைகளுக்கும் உள்ள வித்தியாசம்.

இசை ஒலிகளுக்குச் சுருதி, முழக்கம், பண்பு என்ற வேறுபாடுகள் இருப்பது போல வர்ணங்களுக்கும் ரங்கு (Hue), அளவு (Value) அழுத்தம் (Chroma) என்ற வேறுபாடுகள் பல இருக்கின்றன. வர்ணத்திற்கு நிறம் அமைவதைப் பொறுத்து அதன் ரங்கு வேறு படும். வர்ணப் பொருள்களைத் தக்கவாறு சேர்த்து நாம் விரும்புகிறபடி ரங்கைப் பெறமுடியும். நூற்றுக்கணக்கான ரங்கு வகைகள் இருக்கின்றன. வர்ணத்தின் அளவு என்பது அதன் ரங்கிற்கும் வெண்மை நிறத்திற்கோ, அல்லது கருமை நிறத்திற்கோ உள்ள உறவைக் குறிக்கும். நீல ரங்கை வெளிர் நீலம் (Light blue) கறுப்பு நீலம் (Dark blue) என்று வித்தியாசப்படுத்திக் கூறுவதைக் கவனித்திருக்கலாம், நீல வர்ணத்துடன் வெள்ளை வர்ணத்தைக் கலந்து விட்டால் நீல நிறம் மாருதிருக்க அதன் அளவு மட்டும் மாறுவதைப் பார்க்கலாம். இப்பொழுது கிடைக்கும் நீல ரங்கைத்தான் வெளிர் நீலம் என்று கூறுவார்கள். வெள்ளை வர்ணத்திற்குப் பதிலாக கறுப்பு வர்ணத்தைச் சேர்த்துக்கொண்டும் இம்மாறுதலைச் செய்யலாம்.

வர்ணத்திற்கு ரங்கு, அளவு என்ற இரண்டு பண்பாடுகளைத் தவிர வேருெரு பண்பும் உண்டு. ஒரு வர்ணம் ரங்கிலும், அளவிலும் ஒன்ருயிருந்த போதிலும் அழுத்தத்தில் வேறு படலாம். உதாரணமாக, சிவப்பு ரங்கில் ஒரு பொருள் படாடோபமாகவோ (Brilliant red) அல்லது மங்கலாகவோ

(Dull red) தோன்றுவதைப்பார்க்கிறோம் ரங்கிற்கு ஏற்பட்ட இவ்வித்தியாசத்தைத்தான் அழுத்த வித்தியாசம் என்று கூறுவார்கள். படாடோபமாக இருக்கும்போது ரங்கின் அழுத்தம் அதிகம் என்றும், மங்கலாக இருக்கும்போது ரங்கின் அழுத்தம் குறைவு என்றும் கூறுவார்கள். வர்ணத்துடன் வெள்ளை, கறுப்பு இரண்டுவர்ணங்களையும் சேர்த்து அதன் அழுத்த வேறுபாடுகளை உண்டாக்குவார்கள். இவ்வாறாக வர்ணச் சேர்க்கையில் அநேக நுட்பங்கள் அமைந்திருக்கின்றன. இவை எல்லாவற்றையும் உணர்ந்துதான் ஓவியன் அவனுடைய சித்திரங்களைச் சிருஷ்டிக்கிறான்.

---

3. உள்ளதனைத்தும் ஒன்றே

துகள் சித்தாந்தம்

இரண்டாயிரம் வருஷத்துக்குமுன் ஒரு நாள் 'டெமாகிரிடீஸ்' என்ற யவன அறிஞர், கடற்கரைக்குக் காற்று வாங்கப் போனார். போன இடத்தில் விஞ்ஞான சர்ச்சை செய்ய ஆரம்பித்து விட்டார். பரந்த கடலையும் பார்க்கிறோம், அதற்கு அருகாமையில் மணலையும் பார்க்கிறோம். இதில் எது உண்மை, எது தோற்றம் என்ற சர்ச்சையில்

இறங்கினர். உலகில் உள்ள பொருள்கள் கடல் நீரைப்போலத் தொடர்புடன் அமைந்திருக்கின்றனவா அல்லது மணலைப்போலத் தொடர்பற்றுத் துகள் துகளாக அமைந்திருக்கிறனவா என்று அவருக்குச் சந்தேகம் உண்டாயிற்று. இவர் ஒரு முடிவுக்கு வந்து மணலின் தோற்றம்தான் உண்மைத் தோற்றம், பொருள்கள் எல்லாம் மிகச் சிறிய துகள்களால் ஆனவையே என்று கூறிவிட்டுச் சென்றார்.

இவ்வாறு பல நூற்றாண்டுகளாகப் பெயரளவில் மட்டும் இருந்து வந்த துகள் சித்தாந்தத்தை 19-ஆம் நூற்றாண்டின் துவக்கத்தில் 'டால்டன்' என்ற விஞ்ஞானி நன்கு நிலை நாட்டினர். தனிப்பொருள் ஒவ்வொன்றையும் பிரித்துக் கொண்டே போனல்......இருங்கள்.

தனிப்பொருள் என்பது என்ன ?

பிரபஞ்சத்தின் முதற் பொருள் சூரியன். இது ஒரு காலத்தில் தன்னந் தனியாகப் போய்க் கொண்டிருந்தது. ஏதோ ஒரு நக்ஷத்திரம் இதற்குச் சற்று அருகாமையில் வர நேரிட்டது. உடனே இரண்டுக்கும் இடையே ஒரு கவர்ச்சி ஏற்பட்டு, சூரியனிடமிருந்து சில பாகங்கள் தெறித்து வெளிப்பட்டன. அவை தாம் பூமியும் மற்றக் கிரகங்களும்; அன்று முதல் அவை நீதி தவருமல் சூரியனைச் சுற்றி வட்டமிட்டுக்கொண்டு வருகின்றன. சூரியனிடமிருந்து

பிரிந்த சமயத்தில் நெருப்புக் கோளமாக இருந்த பூமி காலப்போக்கில் குளிர்ந்தது. அதன் மீது மலை, கடல், தாவரம் முதலியவை ஏற்பட்டன. நாமும் உண்டானோம். பூமியின் மேற் பரப்பில் கோடிக் கணக்கான பொருள்கள் திட, திரவ வாயு நிலைக ளில் இருப்பதைப் பார்க்கிறோம். இவற்றை எல் லாம் ஆராய்ந்து ஒரு முடிவுக்கு வந்தார்கள் விஞ் ஞானிகள். பூமியில் தொண்ணூற்றிரண்டு வகைப் பொருள்கள் தான் உண்டு. கல்லையும், மண்ணையும், சுண்ணும்பையும் வைத்துக்கொண்டு அரண்மனையி லிருந்து குடிசை வரையில் நாம் எப்படிக் கட்டிடங் களை அமைக்கிறோமோ அதைப்போல இயற்கை அன்னை இத்தொண்ணூற்றிரண்டு பொருள்களை யும் வைத்துக் கொண்டு எண்ணற்ற தினுசுப்பொ ருள்களை அமைத்திருக்கிருள் என்ற முடிவுக்கு வந் தார்கள். இத்தொண்ணூற்றிரண்டு வகைப் பொருள்களுக்கும் தனிப் பொருள்கள் (Elements) என்ற பெயர் கொடுத்தார்கள். இவற்றில் சில மிக எளிதாகக் கிடைக்கின்றன. சில அபூர்வ மாகக் கிடைக்கின்றன. தங்கம், வெள்ளி, இரும்பு, பிராணவாயு, பாதரஸம் இவை எல்லாம் தனிப் பொருள்களே ஆகும்.

அணுவின் தன்மை

இத்தகைய தனிப்பொருள் ஒவ்வொன்றையும் பிரித்துக்கொண்டே போனல் பிரிக்க முடியாத நிலையில் கிடைக்கும் துகளை 'அணு' என்ருர்

டால்டன். டெமாகிரிடீஸ் கூறிய துகளே இது. தொண்ணூற்றிரண்டுவகைத் தனிப் பொருள்களுக்கும் ஏற்ப அத்தனை வகை அணுக்களும் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு தனிப் பொருளிலும் கோடிக்கணக்கான அணுக்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. ஒருவகைத் தனிப் பொருளிலிருந்து மற்றொருவகைப் பொருளின் அணுவைப்பெற முடியாது. தனிப் பொருள்களின் அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று சேருவதினால் தான் புதுப் புதுப் பொருள்கள் கிடைக்கின்றன, உதாரணமாக, நாம் அன்றுடம் ஆகாரத்துடன் உட்கொள்ளும் உப்பில் 'ஸோடியம்' (Sodium) என்ற தனிப்பொருளின் அணுக்களும் 'குளோரின்' (Chlorine) என்ற மற்றொரு தனிப் பொருளின் அணுக்களும் சேர்ந்திருக்கின்றன. உப்பைத் துகள்களாகச் செய்துகொண்டே போனால் உப்பின் தன்மை மாருது முடிவில் கிடைக்கும் துகளுக்கு மூலகம் (Molecule) என்று பெயர். இம் மூலகத்தில் 'ஸோடிய' அணுவும், 'குளோரின்' அணுவும் கட்டுண்டு இருக்கின்றன. இம் மூலகத்தைப் பின்னும் பிரித்தால் இவ்விரண்டு வித அணுக்கள் தான் கிடைக்கும் என்று இவ்வாருக எல்லாத் தனிப் பொருள்களின் இரசாயனச் சேர்க்கைக்கும் காரணம் கூறினர் 'டால்டன்.'

அணுவை நாம் ஏன் பார்க்க முடிகிறதில்லை என்று நினைக்கலாம். ஒரு பொருளை அதன் மீது விழும் ஒளியினால்தான் பார்க்கிறோம். அப் பொருளின் பரப்பிலிருந்து திரும்பி வரும் ஒளிக் கிரணங்

கள் அதன் உருவத்தைப் புலப்படுத்துகின்றன. ஒளி என்பது ஓர் அலை இயக்கம். ஒளி அலைகளில் நீண்ட அலைகளும் உண்டு; குறுகிய அலைகளும் உண்டு. ஒளியின் நிறவேற்றுமைக்குக் காரணம் ஒளி அலைகளின் நீளத்தில் ஏற்படும் வேற்றுமை தான். நாம் கண்ணால் பார்க்கக்கூடிய மிகக் குறைந்த அலைநீளம் (Wavelength) உள்ள ஒளி அலைகளின் நீளத்தைக் காட்டிலும் 'அணு' பன்மடங்கு சிறியதாக இருக்கிறது. கடல் அலையின் முன் ஒரு தூசி எம்மாத்திரம்? அலையின் போக்கைத் தூசி மாற்றமுடியுமா? அதைப் போல, அணுவும் அதன் மீது விழும் ஒளியில் ஒரு மாறுதலையும் செய்ய முடிகிறதில்லை. இதனால்தான் நாம் அணுவைப் பார்க்க முடிகிறதில்லை.

அணுக்கள் எல்லாம் நிரந்தரமான இயக்கத்தை மேற்கொண்டிருக்கின்றன. அவை கண்ணுக்கே தெரியாமல் இருக்கும்போது அவை இயங்கிக் கொண்டு இருக்கின்றன என்பதை எப்படி நம்ப முடியும் என்று தோன்றும். கடலில் மிதந்துவரும் கப்பலை வெகு தூரத்திலிருந்து பார்க்கும் ஒருவனுக்குக் கப்பலின் அசைவு எப்படித் தெரியும்? 'ப்ரௌன்' என்ற விஞ்ஞானி அணுக்கள் இயங்கிக்கொண்டிருப்பதை ஒருவாறு நிரூபித்துவிட்டார். மோரில் கரைந்தும் கரையாமலும் மிதந்து கொண்டு இருக்கும் சிறிய துகள்களைப் போல ஒரு பிசினைத் தண்ணீரில் கரைத்து அதை ஒரு அணுதரிசினியை (Microscope)க் கொண்டு சோதித்தார்.

துகள்கள் எல்லாம் பாத்திரத்தின் அடியில் படியாமல் அவை ஒவ்வொன்றும் தம் இருப்பிடங்களில் இருந்து கொண்டே ஓய்ச்சல் ஒழிவில்லாமல் அங்குமிங்கும் அலைந்து கொண்டிருப்பதைப் இவ்விஞ்ஞானி பார்த்தார். சிறிய துகள்கள் விரைவாகவும், பெரிய துகள்கள் சற்று நிதானமாகவும் அசைவதைக் கண்டார். நீரின் அணுக்கள் சதா அசைந்துக் கொண்டிருந்தால்தான் இத்துகள்களுக்கு அசைவு ஏற்படும் என்பதைச் சந்தேகம் இல்லாமல் எடுத்துக் காட்டினர்.

அணுக்களின் இயக்கந்தான் வெப்பமாக நமக்குப் புலப்படுகிறது. பழுக்கக் காய்ந்த இரும்பில் இருக்கும் அணுக்கள் எல்லாம் வெகு விரைவாக இயங்கிக் கொண்டிருக்கின்றன. தவறி இரும்பைக் கையினால் தொட்டுவிட்டால் அதன் அணுக்களின் இயக்கம் நம் கைத்தோலில் உள்ள அணுக்களுக்குப் பரவிவிடுகிறது. அதைத் தாங்கமாட்டாமல் சிறிது நேரம் கஷ்டப்படுகிறோம். பனிக் கட்டியில் அணுக்களின் இயக்கம் குறைவு. நாம் அதைத் தொட்டவுடன் கைத்தோலில் உள்ள அணுக்களின் இயக்கம் பனிக்கட்டியின் அணுக்களுக்குப் பரவுகிறது. கைத்தோலில் உள்ள அணுக்களின் இயக்கம் குறைவதினால் நமக்குச் சிலீரென்ற உணர்ச்சி ஏற்படுகிறது. எனவே, ஒரு பொருளின் அணுக்கள் இயங்கும் வேகத்தைப் பொறுத்து அதன் சூடு உயர்வாகவோ அல்லது குறைவாகவோ இருக்கும் என்பதை அறியலாம்.

ஒரு பொருளுக்குச் சூடேற்றும் போது அதன் அணுக்கள் எல்லாம் வெப்பத்தின் விளைவாக வேக மாக இயங்கத் தொடங்குகின்றன. அணுக்க ளிடையே உள்ள நட்பைக் குலைக்கின்றது வெப்பம். அணுக்களிடையே உள்ள கவர்ச்சிச் சக்திக்கும் அவ ற்றின் இயக்கத்திற்கும் எப்பெழுதும் போராட்டந் தான். திடநிலையில் அணுக்களிடையேயுள்ள கவர்ச் சிச் சக்திகள் மேலோங்கி நிற்கின்றன. அவற்றிற் குச் சுதந்திரம் மிகக் குறைவு. தம் இருப்பிடங்க ளில் இருந்து கொண்டுதான் அணுக்கள் இயங்க வேண்டும். பொருளுக்குச் சூடேற்றும்போது அணுக்களின் இயக்கம் அதிகரித்துக் கொண்டே சென்று, ஒரு நிலையில் அவை தம்மிருப்பிடங்களை விட்டு நகர்ந்து செல்லவும் ஆரம்பிக்கின்றன. இருந் தாலும் ஒரு குறிப்பிட்ட எல்லைக்குள்ளே தான் அங்குமிங்கும் ஓட அணுக்களுக்கு ஆற்றல் உண்டு. அவை ஒன்ருேடொன்று அடிக்கடி முட்டிக்கொண் டும் மோதிக்கொண்டும் அலைகின்றன. இப்போது பொருள் திட நிலையை விட்டுத் திரவநிலையை அடைந்து விடுகிறது. பொருளுக்கு இன்னமும் சூடேற்றினல் அணுக்கள் பின்னும் வேகமாக இய ங்கத் தொடங்குகின்றன. கவர்ச்சிச்சக்திகளை மீறி, திரவநிலையை விட்டொழிந்து ஆவிநிலையை அடைகி ன்றன. அணுக்களுக்கு இப்பொழுது பூரண சுதந் திரம் வந்து விடுகிறது. மற்ற அணுக்களின் உபத் திரவம் இல்லாமல் அவற்றிற்கு எங்கு வேண்டுமா னலும் செல்ல முடிகிறது.

அணுக்களின் பரஸ்பர மோகம்

பிரபஞ்சத்திலுள்ள பொருள்கள் எல்லாம் ஆவிநிலையிலோ அல்லது திரவநிலையிலோ இருந்து விட்டால் நாம் பெருத்த நஷ்டத்தை அடைவோம். நாம்காணும் கோடிக் கணக்கான தினுசுப் பொருள்களை இழக்க நேரிடும். அணுக்களிடையேயுள்ள கவர்ச்சிச் சக்திகளினுல்தான் நாம் பல வகைப் பொருள்களை அடைவது சாத்தியமாகிறது. இக்கவர்ச்சிச் சக்திகளில்தான் எத்தனை வேறு பாடுகள்! ஒவ்வொரு வேறுபாட்டிற்கும் தகுந்தவாறு திடப் பொருள்களில் அணுக்கள் பிணைக்கப் படுகின்றன. சர்க்கரைக் கட்டியை வெகு எளிதாகப் பொடி செய்ய முடிகிறது. இரும்புக் கட்டியை இவ்வாறு செய்ய முடிகிறதா? காரணம் என்ன? அணுக்களிடையே உள்ள சக்தி வேறு பாடுகள்தான். மேலும் சில பொருள்களுக்குத் தேய்வே ஏற்படுகிறதில்லை. இதற்கு வைரம் சிறந்த உதாரணம். வைரத்தை வைரத்தால்தான் தேய்க்க முடியும்; அறுக்க முடியும். இரும்பு எஃகு போன்ற பொருள்கள் ஒருங்கே கடினத்தையும் நெகழ்ச்சியையும் பெற்றிருப்பதைப் பார்க்கிறோம். இவ்வாறாக ஒவ்வொரு திடப்பொருளிலும் அணுக்கள் பிணைக்கப்பட்ட மாதிரியைப் பொறுத்து திடப் பொருளின் பண்பு அமைகின்றது. ஸ்படிகங்களில் வியக்கத்தக்க வகைகளில் அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று பிணைக்கப் பட்டிருக்கின்றன. இவற்றில் இயற்கை அன்னையின் கைத்திறன் முழுவதையும்

காணலாம். சிப்பாய்கள் அணிவகுத்துப் போவது போல ஸ்படிகங்களில் மிகுந்த கட்டுப்பாட்டுடன் அணுக்கள் இயங்குகின்றன. இக்கவர்ச்சிச் சக்திகள் இல்லாவிடில் வைரம் ஏது? வைடூரியம் ஏது? எனவே அணுக்களுக்குப் பூரண சுதந்திரம் இருந்தால் நாம் எத்தகைய நஷ்டத்தை அடைவோம் என்று ஊகிக்கலாம், நிற்க, பிரபஞ்சத்தில் தொண்ணூற்றிரண்டுவகைப் பொருள்கள் தான் உண்டு என்று நாம் முதலில் பார்த்த முடிவைத் திருத்தி, பிரபஞ்சத்தில் அணுக்கள் தான் உண்டு என்று கூறலாம் அல்லவா?

அணுசித்தாந்தம் குலைந்தது

இவ்வாறு அணுக்களைவிடச் சிறிய துகள்கள் இருக்க முடியாது என்று விஞ்ஞானிகள் கொண்டிருந்த கருத்துக்கு இந்நூற்றுண்டின் ஆரம்பத்தில் பங்கம் ஏற்பட்டது. இதற்குக் காரணமாயிருந்தவர் ஜே. ஜே. தாம்ஸன் என்ற விஞ்ஞானி. இவர் ஒரு குழாயில் மிகக் குறைந்த அளவுக்குக் காற்றை அடைத்து அதன் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினர். மின்சாரம் கம்பிகளில் செல்லுவதுபோலச் சுலபமாகக் காற்றில் செல்லாது. காற்றின் இறுக்கம் மிகமிகக் குறைவாக இருந்தால்தான் அதன் மூலம் மின்சாரம் செல்ல முடியும். இச்சோதனையைச் செய்து பார்க்கும் போது ஒரு நூதன நிகழ்ச்சியைக் கண்டார் தாம்ஸன். மின்சாரம் புகுந்து வெளிவரும்

இடத்திலிருந்து ரயில் வண்டியிலுள்ள 'ஸர்ச்லேட்' டிலிருந்து வெளிப்படும் கிரணக் கற்றையைப் போலக் கிரணைக்கற்றை வெளிப்படுவதைப் பார்த்து அவை எல்லாம் அணுக்களைவிடப் பல மடங்கு சிறிய துகள்களாக இருப்பதைக் கண்டார். மேலும் இவையெல்லாம் மின்சார இயல்பு கொண்டு இருப்பதையும் கவனித்தார். அவற்றின் நிறையையும் அவை ஏற்றுக் கொண்டிருக்கும் மின்சாரத்தையும் அளந்தார். அணுக்களில் மிகவும் இலேசானவை 'ஹைட்ரஜன்' என்ற வாயுவின் அணுக்கள். இப்புதுத் துகள்களில் ஒன்றின் நிறை 'ஹைட்ரஜன்' அணுவின் நிறையில் 1840-ல் ஒரு பங்கு (ஆயிரத்து எண்ணூற்று நாற்பதில் ஒரு பங்கு) இருந்தது. இவர் எடுத்துக் கொண்ட குழாய்க்குள் எந்த வாயுவை அடைத்த போதிலும், அதில் மின்சாரத்தை அனுப்ப எந்த உலோகத்தகட்டை உபயோகித்த போதிலும் பார பக்ஷமில்லாமல் இப்புதுத் துகள்கள் வெளிப்படு வதையும் அவற்றின் நிறை ஒன்றுபோல இருப் பதையும் கவனித்தார். இப்புதுத் துகள்கள் குறை மின்சாரத்தை (Negative Electricity) ஏற்றுக் கொண்டிருப்பதினால் அவற்றுக்கு மின்னுருக்கள் (Electrons) என்று பெயரிட்டார்.

அணு மின்னுருத் தோகுதி

அணுக்களைப் போல இம் மின்னுருக்களும் எல்லாப் பொருள்களிலும் இருப்பதைப் பார்த்தார்

கள். அரக்குப்போன்ற பொருள்களைப் பட்டுத் துணியால் தேய்த்தால் இவை வெளிப்படுகின்றன. ஒரு உலோகக் கம்பிக்குச் சூடேற்றினால் கம்பியிலிருந்து மின்னுருக்கள் கிளம்புகின்றன. ரேடியோ செட்டில் உள்ள 'வால்வு'களில் இம்மாதிரிதான் மின்னுருக்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. 'ஸோடியம்' 'பொட்டாஸியம்' போன்ற பொருள்களின் மீது அலை நீளம் குறைந்த ஒளி விழும்போது அவற்றிலிருந்து மின்னுருக்கள் வெளிக்கிளம்புகின்றன திராவகங்களில் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினால் மின்னுருக்கள் பிரவாகமாக ஓடத் தொடங்குகின்றன. இவ்வாறாக மின்னுருக்கள் இல்லாத பொருள்கள் இல்லை என்று நிரூபிக்கப்பட்டது.

அணுக்கரு

இம்மின்னுருக்கள் எல்லாம் அணுக்களிலிருந்து வெளிப்படுவது தெரிய வந்தது. எல்லாவித அணுக்களிலும் இம்மின்னுருக்கள் இருக்கின்றன. நிறையில் மிகக் குறைந்த அணு 'ஹைட்ரஜன்' வாயுவின் அணு. இதில் ஒரு மின்னுரு இருக்கிறது. அணுக்களில் மிகவும் பளுவானவை 'யுரேனியம்' என்னும் தனிப் பொருளின் அணுக்கள். இந்த அணுவில் தொண்ணூற்றிரண்டு மின்னுருக்கள் இருக்கின்றன. அணுவுக்கு மின்சார இயல்பு இல்லாமல் இருக்கும்போது மின்னுருக்கள் எல்லாம் குறை மின்சாரத்துடன் இருப்பதை முன்பு குறிப்பிட்டோம். எனவே அணுவில் உள்ள மின்னுருக்களின் குறை மின்சாரத்தைத் துலைப்படுத்த மிகை

மின்சாரம் (positive electricity) வேண்டுமென்று ஏற்படுகிறதல்லவா? ரூதர் போர்டு என்ற விஞ்ஞானி மிகை மின்சாரத்தை ஏற்றுள்ள பகுதி அணுக்கரு (nucleus) என்று சொல்லக்கூடிய அளவுக்கு மிகச் சுருங்கி இருப்பதைச் சோதனையினால் காட்டினார். சூரியனைச் சுற்றி எல்லாக் கிரகங்களும் வட்டமிட்டு ஓடிவருவது போல அணுக்கருவைச் சுற்றி மின்னுருக்கள் எல்லாம் வட்டமிட்டு ஓடி வருகின்றன. வெங்காயத்தைச் சூழ்ந்து பல மூடிகள் இருப்பதுபோல அணுக் கருவைச் சூழ்ந்து பல அடுக்குகளில் மின்னுருக்கள் இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு அடுக்கிலும் சில மின்னுருக்கள்தான் ஓடிவரக் கூடும். சாதாரணமாக ஒரு அடுக்கில் எட்டு மின்னுருக்கள்தான் இருக்கக் கூடும். மின்னுருக்கள் எல்லாம் கனகடுமையான வேகத்துடன் வட்டமிட்டுக் கொண்டிருக்கின்றன. சில மின்னுருக்களின் கதி விநாடிக்கு அறுபதினாயிரம் மைல் வரைகூட இருக்கிறது. அணு கெட்டியான துகள் அன்று. அதனுள் காலியிடம் அதிகம் உள்ளது. மின்னுருக்கள் ஓடி வருவதனால் தான் அணுவுக்குத் திடமான உருவம் ஏற்படுகிறது. இது எவ்வாறு உண்டாயிற்று என்பதை ஓர் உதாரணத்தைக்கொண்டு அறியலாம். சைக்கிள் சக்கரத்தின் மையத்திலிருந்து அதன் பரிதிக்குப் பல கம்பிகள் செல்லுவதைப் பார்க்கலாம். சக்கரம் சுற்றுமல் இருக்கும்போது சுலபமாக இரண்டு கம்பிகளிடையே விரலை விடலாம். சக்கரம் வேக

மாகச்சுற்றும்போது விட்டால் விரலுக்குஆபத்துத் தான் நேரிடும். இதைப்போல மின்னுருக்கள் தம் ஓட்டத்தினுல் அணுவுக்குத் திண்மையைக் கொடுக் கின்றன; அணுக்கருவை நன்கு பாதுகாக்கின்றன. எனவே அணுக்குள்ளே காலியிடம் நிரம்ப இருந்தபோதிலும் அதற்குள் செல்வது மிகவும் கஷ்டம் என்று அறியலாம்.

மின்னுருக்களின் கொடுக்கல் வாங்கல்

எல்லாவிதப் பொருள் சேர்க்கைக்கும் இம் மின்னுருக்கள்தான் காரணம் என்று அறியப்பட் டது. பலவித அணுக்கள் ஒன்ருேடொன்று சேருவதினுல்தான் புதுப் புதுப் பொருள்கள் உண் டாகின்றன என்று 'டால்டன்' கூறிய முடிவை முன்பு குறிப்பிட்டோம். அணுக்கள் ஒன்ருே டொன்று சேரும்போது அவற்றினிடையே மின் னுருக்களின் கொடுக்கல் வாங்கல்தான் ஏற்படு கிறது என்று அறிந்தார்கள். இதை ஓர் உதா ரணத்தைக்கொண்டு விளக்குவோம். 'ஸோடியம்' என்ற தனிப்பொருளும் "குளோரின்" என்ற மற்ருெரு தனிப்பொருளும் சேர்ந்து நாம் சாப்பி டும் உப்பாக மாறுகிறது. ஸோடியத்தின் அணு வில் பதினெரு மின்னுருக்கள் இருக்கின்றன. இவை அதன் கருவைச் சுற்றி மூன்று அடுக்கு களில் ஓடிவருகின்றன. முதல் அடுக்கில் இரண்டும் இரண்டாவது அடுக்கில் எட்டும், மூன்ருவது அடுக்கில் ஒன்றுமாக ஓடிவருகின்றன. குளோரின்

அணுவில் பதினேழு மின்னுருக்கள் உண்டு. அவையும் மூன்று அடுக்குகளில் ஓடிவருகின்றன. முதல் அடுக்கில் இரண்டு மின்னுருக்களும், இரண்டாவது அடுக்கில் எட்டு மின்னுருக்களும், மூன்ருவது அடுக்கில் ஏழு மின்னுருக்களுமாக ஓடிவருகின்றன. இவ்விரண்டு அணுக்களும் சேரும் போது குளோரின் அணுவில் உள்ள மூன்ருவது அடுக்கில் இருக்கும் ஏழு மின்னுருக்கள், ஸோடியத்தின் அணுவில் உள்ள மூன்ருவது அடுக்கில் இருக்கும் ஒரு மின்னுருவைக் கடன் வாங்கிக் கொண்டு அடுக்கைப் பூர்த்தி செய்து விடுகிறது. இந்தக் கொடுக்கல் வாங்கலினுல் இவ்விரண்டு வகை அணுக்களுக்குமிடையே கவர்ச்சி ஏற்பட்டுப் புதுப் பொருளாக மாறிவிடுகிறது. இவ்வாருக மின்னுருக்களைக் கொண்டு ஒவ்வொரு இரசாயனச் சேர்க்கைக்கும் காரணம் காட்டலாம்.

உள்ளதனைத்தும் மின்னுருவே; சக்திவடிவே பிரபஞ்சம்

வெப்பத்திற்குக் காரணம் அணுக்களின் இயக்கம் என்று முன்பு பார்த்தோம். ஒளி, மின்சாரம் என்ற மற்ற இரண்டு சக்திகளுக்குக் காரணம் மின்னுருக்களின் இயக்கம் என்பதை இப்பொழுது விளக்குவோம். அணுக்கருவைச் சுற்றிப்பல அடுக்குகளிலே மின்னுருக்கள் ஓடி வருவதைக் குறிப்பிட்டோம். கருவுக்கு மிக அருகாமையில் இருக்கும் முதல் அடுக்கில் ஓடிவரும் மின்னுருக்களுக்குத் தான் மற்ற மின்னுருக்களைக் காட்டிலும் ஆற்றல்

அதிகம். இதற்கு அடுத்தபடியாக இரண்டாவது அடுக்கில் உள்ள மின்னுருக்கள் ஆற்றலைப் பெற்றிருக்கின்றன. கருவிலிருந்து அணுவின் பரிதிக்குச் செல்லச் செல்ல மின்னுருக்களின் ஆற்றலும் குறைந்துகொண்டே போகின்றது. சில முறைகளைக் கையாண்டு இம்மின்னுருக்களை இடம் விட்டுச் செல்லும்படி செய்யலாம். கருவின் அருகேயுள்ள மின்னுருக்களைக் கிளப்புவது மிகவும் சிரமம். கருவிலிருந்து அணுவின் பரிதிக்குச் செல்லச் செல்ல ஆங்காங்கு உள்ள மின்னுருக்களைக் கிளப்புவது சுலபமாகிக்கொண்டே போகிறது. முதல் அடுக்கிலிருந்து ஒரு மின்னுரு நீக்கப்பட்டால் அதன் இடத்திற்கு இரண்டாவது அடுக்கிலிருந்து ஓர் மின்னுரு திடீரென்று தாவுகிறது. உடனே ஆற்றல் மிகுந்த எக்ஸ் கிரணங்கள் வெளிப்படுகின்றன. இதுபோலக் காலியான இடங்களுக்கு வெளி அடுக்குகளிலிருந்து உள் அடுக்குகளுக்கு மின்னுருக்கள் தாவும்போதெல்லாம் ஒளி வெளிப்படுகிறது என்று அறிந்தார்கள். மொத்தத்தில் 92 வகை அணுக்கள் இருப்பதினாலும், அவற்றின் கருக்களின் சக்தி வேறுபடுவதினாலும் ஒவ்வொரு அணுவிற்கும் சிறப்பாகச் சில நிற ஒளிகள் அமைகின்றன. வெளிப்படும் ஒளியின் 'அலை நீளத்'தை அளந்து அணுவின் தன்மையைச் சுலபமாக நிர்ணயித்து விடலாம். இவ்வாறு ஒளியைச் சோதனை செய்துதான் பூமியில் நாம் காணும் எல்லாத் தனிப் பொருள்களும் சூரியனில்

இருப்பதை அறிந்தார்கள். வேறு எப்படி இருக்க முடியும்? சூரியனிலிருந்து பிரிந்ததுதானே பூமி. ஆனால் ஒரு வித்தியாசம் உண்டு. சூரியனில் உள்ள அதிக வெப்பத்தினால் எல்லாத் தனிப் பொருள்களும் ஆவி நிலையில் இருக்கின்றன. அது மட்டுமா? அணுக்களில் பெரும்பகுதி கரு வேறாக வும் மின்னணுக்கள் வேறாகவும் சிதறி அடிக்கப் பட்டுத் தனித்தனியாக இருக்கின்றன. மின்சார ஓட்டத்தின் மர்மத்தையும் இம்மின்னணுக்களைக் கொண்டு விளக்கி விட்டார்கள். அணுக்களிலிருந்து இம்மின்னணுக்கள் விடுபட்டு ஓடும்போது மின் சார ஓட்டம் ஏற்படுகிறதாம். 'டார்ச்'லைட்டில் இருக்கும் பாட்டரி அதில் நிகழும் இரசாயனச் சேர்க்கையினால் மின்னணுக்களை விடுவித்துக் கம்பி யின் மூலம் அனுப்புகிறதாம். 'டைனமோ'க்களில் உள்ள காந்தங்கள் உலோகக் கம்பிகளில் உள்ள மின்னணுக்களைச் சுலபமாக விடுவித்துப் பெருத்த அளவில் மின்சார ஓட்டத்தை உண்டுபண்ணுகின் றனவாம். இவ்வாறாக, பிரபஞ்சத்திலுள்ளஎல்லாப் பொருள்களுக்கும் பலவித சக்திகளுக்கும் அடிப் படையாக இருப்பது மின்னணுக்கள்தான் என்று விஞ்ஞானிகள் காண்பித்துவிட்டார்கள். சூரிய னிலும் சரி, அணுவிலும் சரி, ஆட்சிபுரிவது இம் மின்னணுக்கள்தான். உள்ளதனைத்தும் இம் மின் னணுக்களே என்று ஏன் கூறக்கூடாது? உள்ளவ னைத்தும் ஒன்றே என்று நம் முன்னோர்கள் கண்ட முடிவுக்கும் விஞ்ஞானிகள் கண்ட முடிவுக்கும் வித்

யாசம் இல்லை. நம் முன்னோர்கள் அனுஷ்டித்த வழி வேறு. எதுவாய் இருந்தால் என்ன, உண்மை ஒன்றுதானே !

'உள்ளதனைத்தும் உள்ளொளியாகி ஒளிர்ந்திடும் ஆன்மாவே, இங்குக் கொள்ளற்கரிய பிரம்மமே என்று மறை கூவுதல் கேளீரோ' என்று கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் வெகு அழகாகவும் சுருக்கமாகவும் இவ்வுண்மையைக் கூறிப் போய்விட்டார்.

---

4. வானத்தின் மீது மயிலாடக் கண்டேன்

கடவுள் சிருஷ்டியில் உபயோகமற்ற பொருள்கள் என்று எதுவுமே கிடையாது. சிலவற்றின் உபயோகத்தை எல்லோரும் எளிதாக அறிய முடிகிறது. இதனால் அவற்றைத் தவிர மற்றப் பொருள்கள் உபயோக மற்றவை என்று அவசரப் பட்டுத் தீர்மானித்து விடுகிறோம். அவ்வாறு கருதப்பட்டு வரும் பொருள்களில் ஒன்று தூசி.

தூசியினால் ஏற்படக் கூடிய கெடுதல்கள் தான் நமக்குத் தெரியும். அதனால் சில நன்மைகளும்

நமக்கு உண்டு என்ருல் அது ஆச்சரியமாகவே இருக்கும்.

தூசியினுல் ஏற்படும் முதல் நன்மை மழை. நம் பூமியைச் சூழ்ந்திருக்கும் பவனத்தில் தூசி இல்லாவிட்டால் மழையே உண்டாகாது என்ருல் அது மிகவும் அதிசயமாகவே இருக்கும். அது மாத்திரமல்ல. காலே மாலே நேரங்களில் சூரியனே அழகு பெறச் செய்வதும் தூசியேயாகும்.

"பாரடியோ! வானத்தின் புதுமை எல்லாம்
உவகையுற நவநவமாகத் தோன்றுங் காட்சி
கணந்தோறும் வியப்புகள் புதிய தோன்றும்
என்னடீ இந்த வண்ணத்தியல்புகள்—எத்தனேகலவை!
ஆஹா! எங்கு நோக்கிடினும் ஒளித்திரள்! ஒளித்திரள்!
வண்ணக் களஞ்சியம்!"

என்று கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் வருணிக்கும் மாலேயின் புதுமைகளுக்குக் காரணம் தூசி என்ருல் அதை நம்புவது கொஞ்சம் கடினமாகத் தோன்றலாம். இவை எல்லாம் விஞ்ஞானத்திஞல் நிரூபிக்கப்பட்ட உண்மைகள்,

*　　*　　*

பூமியைச் சுற்றிப் பல மைல்கள் உயரம் வரை காற்று வியாபித்திருக்கிறது. இக் காற்று மண்டலத்தையே பவனம் என்று சொல்லுவார்கள். பவனத்தில் பலவகை வாயுக்கள் இருக்

கின்றன. திடப் பொருள்களிலும் திரவப்பொருள் களிலும் பலவகை இருப்பதை நாம் எளிதாகக் காண்கிறோம். அதைப்போலப் பவனத்தில் உள்ள பலவகை வாயுக்களை நாம்கண்ணால் காணமுடியாது. சோதனையினால் தான் அறியலாம். அதில் வளிரம் (Nitrogen), பிராணவாயு (Oxygen), நீரகம் (Hydrogen) கரியமில வாயு (Carbon-di-oxide) முதலிய வாயுக்கள் இருப்பது தெரிய வந்தது. இவ்வாயுக்களில் அதிகமாகத் தென்படுவது வளிரம் தான். பவனத்தில் முக்கால் பங்குக்குமேல் இது இருக்கிறது. இவ் வாயுக்களுடன் நீராவியும் தூசியும் சேர்ந்திருக்கின்றன. பவனத்திற்குத் தூசி எவ்வாறு வந்தது என்று நினைக்கலாம். இதற்குப் பல காரணங்கள் உண்டு.

நட்சத்திரங்களில் வால்நட்சத்திரங்கள் என்று ஒருவகை உண்டு. இவற்றில் மிகப் பெரியதும் உண்டு; சிறியதும் உண்டு. பெரிய வால் நட்சத்திரங்களின் சிதைவினால் சிறிய வால் நட்சத்திரங்கள் ஏற்படுவதாக நினைக்கிறார்கள். ஒரு பெரிய வால் நட்சத்திரத்தின் தலை பூமியைவிடப் பல மடங்கு பெரியதாக இருக்கும். அதனுடைய வால் கோடிக்கணக்கான மைல்வரை நீண்டிருக்கும். அவை வெட்ட வெளியிலிருந்து பவனத்திற்குள் நுழையும்போது, பவனத்தின் வாயுக்களினால் எதிர்க்கப்படுகின்றன. இந்த எதிர்ப்பை மீறி வாயுக்களை உராய்ந்து செல்லும்போது அவை உஷ்ணமடைந்து எரிந்து போய் விடுகின்றன. எரிந்த

சாம்பல் முழுவதும் பவனத்தில் தூசியாகத் தங்கி விடுகிறதாம். இவ்வாறு பிரதி வருஷமும் லக்ஷம் டன் எடை அளவு தூசி பவனத்திற்குச் சேருவதாக மதிப்பிடுகிறார்கள். பூமி சூரியனிடமிருந்து பிரிந்த நாள் முதல் இன்று வரை கோடிக்கணக்கான வருஷங்கள் ஆகி இருப்பதனால் இவ்வாறு சேர்ந்த தூசியின் அளவை மதிப்பிட முடியாது என்று விஞ்ஞானிகள் நினைக்கிறார்கள்.

* * *

கடலிலிருந்தும் தூசி பவனத்திற்குச்செல்லுகிறது. பூமியின் மேல் பகுதியில் தரையின் பரப்பை விடக்கடலின் பரப்புத்தான் அதிகம்; கடலின் பரப்பு தரையின் பரப்பைவிட இரண்டுமடங்குஅதிகமாக இருக்கிறது. பூமி சூரியனிடமிருந்து பிரிந்து சற்றுக் குளிர்ந்தபோது, அதன் மேற்பரப்பில் இருந்த உப்புக்கள் மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்பட்டுக் கடலில் விழுந்தன. இதனால் கடல் நீர் முழுவதும் உப்பாயிற்று. காற்று கடலின் மீது வீசும்போது அதன் மேற்பரப்பில் கரைந்துள்ள உப்பையும் இழுத்துச் செல்லுகிறது. இவ்வாறு இழுத்துச் செல்லப்படும் உப்பு பவனம் முழுவதும் சிறு தூள்களாக வியாபித்து விடுகிறது.

மற்றொரு வழியிலும் பூமியிலிருந்து பவனத்திற்குச் தூசி செல்லுகிறது. சூரியனிடமிருந்து பூமி பிரிந்த காலத்தில் அது ஒரு நெருப்புக் கோள

மாக இருந்தது. காலப்போக்கில் அதன் மேலோடு மாத்திரம் குளிர்ந்ததே யொழிய உட்புறம் குளிர வில்லை. சுமார் இருபது முதல் நாற்பது மைல் ஆழம் வரைதான் பூமி குளிர்ந்திருக்கக் கூடும் என்று நினைக்கிறார்கள். அதன் கீழ் பூமியின் உட்பகுதி இன்னும் குழம்பு நிலையில் இருப்பது தெரியவந்தது. எரிமலைகள் உண்டாகும்போது இக்குழம்புப் பொருள் வெளிவருகிறது. எரிமலை களை, பூமிக்குள் ஆழமாய் இறக்கப்பட்ட பெருங் குழாய்கள் என்று சொல்லலாம். இக் குழம்புப் பொருளில் கற்கள், தவிடு பொடிகள், நீராவி முதலியவை காணப்படுகின்றன. கனம் அதிகமா யுள்ள கற்கள் எரிமலைகளின் அருகாமையிலேயே தங்கி விடுகின்றன. ஆனால் இலேசாக இருக்கும் தவிடு பொடிகள் காற்றினால் நெடுந்தூரம் வரை அடித்துச் செல்லப்படுகின்றன.

1883-ஆம் ஆண்டில் கிராடடோ (Kratatoa) என்னும் இடத்தில் ஒரு பெரிய எரிமலை ஏற் பட்டதாம். அச்சமயம் அங்கிருந்து கிளம்பிய தூசித்தூள்கள் உலகம் முழுவதும் பரவிச் சென்ற தாகக் கூறுகிறார்கள். இதன் பொருட்டு உலகெங் கும் இரண்டு வருஷம்வரை மாலை நேரத்தின் ஜோதி பிரமிக்கத்தக்க வகையில் இருந்து வந்த தாகக் கூறுகிறார்கள். இது போலவே பாலைவனப் பிரதேசங்களிலிருந்தும் மணல் ஆயிரக்கணக்கான மைல் தூரம் அடித்துக் கொண்டு வரப்படுகிறது. இதுவும் பவனத்தில் சேர்ந்து விடுகிறது. பஞ்சு

ஆலைகள், நிலக்கரிச் சுரங்கங்கள் முதலியவை உள்ள பெரிய நகரங்களில் நிலக்கரித் தூசிக்குக் குறைவே இல்லை. இவ்வாருகப் பவனத்தில் சேரும் பலவிதமான தூசித்துகள்கள் பல மைல் உயரம் வரை எப்பொழுதும் மிதந்து கொண்டே இருக் கின்றன. தூசியினுல் ஏற்படும் நன்மைகளை இனி கவனிப்போம்.

* * *

கடல்களிலும் ஏரிகளிலும் உள்ள நீர் சூரிய வெப்பத்தினுல் சூடாகி ஒரு பகுதி நீராவியாக மாறி, பவனத்தை நோக்கிச் செல்லுகிறது. பவனம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைவிட அதிகமான நீரா வியை ஏற்றுக்கொள்ள முடியாது. இந்த அளவு அதன் வெப்ப நிலையை பொறுத்துள்ளது. சூரிய வெப்பத்தினுல் பூமிக்கு அருகிலுள்ள காற்றும் சூடேறுகிறது. இதனுல் காற்றும் லேசாகி நீராவி யுடன் மேலே கிளம்புகிறது. காற்று உயரே செல்லச் செல்லக் குளிர்ச்சி அடைகிறது. மேலே எழும் காற்று குளிரும்போது அதன் அருகாமை யில் பவனத்திலுள்ள நீராவியும் குளிருகிறது. உடனே நீராவி நீர்த்துளிகளாக தூசித்துகள் களின் மீது படிகிறது. இந்நுண்ணிய நீர்த் திவலைகளே மேகங்கள்.

நெடுநாள்வரை நீர்த்துளிகள் தூசித் துகள் களின் உதவியில்லாமல் தாமாகவே உண்டாகி

விடுவதாக நினைத்து வந்தார்கள். இது தவறு என்பதை ஐட்கின் (Aitken) என்ற விஞ்ஞானி காட்டினார். இன்னும் ஒருபடி சென்று விட்டார் பான்கிராப்ட் (Bancroft) என்ற மற்றொரு விஞ்ஞானி. தூசியைக் கொண்டு மூடுபனியின் உபத்ரவத்தை நிவர்த்தி செய்ய அவர் ஓர் உபாயத்தைக் கண்டு பிடித்து விட்டார். இவர் ஆகாய விமானத்திலிருந்து பொடி மணல் தூசியைத் தூவி மூடு பனியை அவற்றின் மீது படியச் செய்து மழையாக மாற்றி விட்டாராம்!

* * *

இனி தூசிக்கும் இயற்கை எழிலுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் கவனிப்போம். மேகங்கள் எல்லாம் தூசித் துகள்களின் மீது படிந்த நீர்த் துளிகள் என்று முன்பு பார்த்தோம். மேகங்களில் பலவகை உண்டு. வெப்பம் மிகுந்த நாளில் வானத்தில் அவை அடுக்கடுக்காக நீண்டு வளர்ந்து கொண்டே போவதைக் காணலாம். இவற்றைக் கூட்டு மேகங்கள் (Cumulus clouds) என்று கூறுவார்கள். மலைச்சிகரங்கள்போல வளரும் இம் மேகங்கள் சுமார் இரண்டு மைல் வரை உயர்கின்றன. சூரியனின் ஒளி இந்நீர் படிந்த தூசித் துகள்களின் மீது விழுவதினால் இவை விதம் விதமாகத் தோன்றுவதைக் காணலாம். சூரியனின் ஒளி நேராக விழும் இடங்களில் இம்மேகங்கள் பஞ்சை ஒத்த வெண்மை நிறத்துடன் தோன்று

வதைப் பார்க்கலாம். அவை நம் தலைக்கு நேராகப் போகும்போது மங்கலாகத் தோன்றும். அவை சூரியனை மறைக்கும் போது நடுவே கறுத்தும் விளிம்புகளில் கண்ணைப் பறிக்கும் வண்ணம் வெண்மை நிறத்துடனும் தோன்றும். சூரியனின் ஒளியை ஒருமேகம் தடுத்து அதன் நிழல் மற்றொரு மேகத்தின் மீது விழும்போது அதன் தோற்றம் அழகாக அமையும். காலை மாலை நேரங்களில் சூரியனைக் கணந்தோறும் புதிய வண்ணங்களுடன் தோன்றச் செய்வது தூசிதான். இது எப்படி என்பதைப் பார்க்குமுன் ஒளியைப் பற்றிய சில விவரங்களைத் தெரிந்து கொள்ள வேண்டியது அவசியம்.

* * *

வெண்ணிறமாகத் தோன்றும் சூரிய ஒளியில் பல நிற ஒளிகள் அடங்கி இருக்கின்றன. ஊதா, அவுரி, நீலம், பச்சை, மஞ்சள், ஆரஞ்சு, சிவப்பு என்ற ஏழு நிறங்கள் அதில் அடங்கி இருக்கின்றன. ஒளி பிரபஞ்சம் முழுவதும் வியாபித்திருக்கும் விசும்பில் அலைகளாகப் பரவி நம்மை அடைகிறது. ஒவ்வொரு நிற ஒளி அலைகளின் நீளமும் ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். சிவப்பு நிற ஒளி அலைகளின் நீளம் மற்ற நிற ஒளி அலைகளின் நீளங்களைவிடக் குறைவானது. ஒளி ஒரு பொருளின் மீது மோதும்போது, அது குறிப்பிட்ட திசையில் பிரதிபலிக்கப் பட்டுச்செல்லும்.

பொருளின் மேற்பரப்பு மிருதுவாக இருந்தால்தான் இவ்வாறு பிரதிபலிப்பு உண்டாகும். மிருதுவாக இராமல் பரப்பு கரடு முரடாக இருக்கும் பட்சத்தில் ஒளி நாலு திசைகளிலும் சிதறி அடிக்கப்படும். இந்நிகழ்ச்சியை ஒளிச் சிதறல் (Scattering of Light) என்று கூறுவார்கள். சில சமயம் ஒளி பொருளின் மூலம் நுழைந்தும் செல்லலாம். அப்போது அதன் திசையில் ஒரு மாறுதல் உண்டாகி விடுகிறது. இதை ஒளிக்கோட்டம் (Refraction) என்று சொல்லுவார்கள். நுழைந்த ஒளியில் அடங்கி இருக்கும் சில நிறங்களும் நீக்கப்படலாம். உதாரணமாக, சிவப்புக் கண்ணாடியானது வெண்ணொளியில் உள்ள சிவப்பு நிறம் நீங்கலாக மற்ற எல்லா நிறங்களையும் உறிஞ்சிவிடும். இவ்விதமாக ஒளி ஒரு பொருளைத் தாக்கும்போது அது சிதற அடிக்கப்படலாம் அல்லது உறிஞ்சப்படலாம்.

* * *

காலை மாலை நேரங்களில் சூரியன் வானத்தில் மிகத் தாழ்ந்த உயரத்தில் இருக்கிறது. அப்போது சூரியனுடைய ஒளி நம்மை வந்தடைவதற்குள் பவனத்தின் மூலம் நெடுந்தூரம் வரவேண்டியிருப்பதுடன் அதிகமான தூசித் துகள்களையும் தாண்டி வரவேண்டி யிருக்கிறது. தூசித் துகள்கள் சூரியனின் வெண்ணொளியில் உள்ள பல நிற ஒளிகளைப் பலவாறாகச் சிதற அடிக்கின்றன. நீளம் குறைவாயுள்ள ஊதா நிற அலைகளும் நீல நிற அலை

களும் அதிகமாகச் சிதற அடிக்கப்படும். ஆரஞ்சு, மஞ்சள் நிறப் பகுதிகள் பவனத்தில் உள்ள நீர்த் துளிகளினுல் உறிஞ்சிவிடப் படுகின்றன. இவ்வாருகச் சிவப்பு நிறம் நீங்கலாக மற்ற எல்லா நிறங்களும் அநேகமாக நீக்கப்படுகின்றன. சிறிதளவுக்குச் சிவப்புடன் பச்சை நிற ஒளியும் சேர்ந்து வருகிறது. ஒளிக் கோட்டத்திஞல் பச்சை நிற ஒளிக்குச்சிவப்பு நிற ஒளியைக் காட்டிலும் அதிக திசை மாற்றம் ஏற்படுகிறது. இதன் பயனுகச் சூரியனில் சிவப்பு, பச்சை நிறமுள்ள இரண்டு தகடுகள் சுழலுவதைக் காணலாம். இதைக் கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் "தரணியில் இங்கிதுபோலோர் புதுமை உண்டோ?" என்று வெகு அழகாகவும் அற்புதமாகவும் வருணித்திருப்பது குறிப்பிடத்தக்கது.

சூரியன் உதயமாகும் முன்பும் அஸ்தமனமாகிய பின்பும் வானத்தில் ஒளி இருப்பதை நாம் காண்கிருேம். பவனத்தில் தூசி இல்லாவிட்டால் சூரியன் மறைந்ததுதான் தாமதம், உடனேயே இருள் சூழ்ந்துவிடும். அப்போது நாம் சூரியன் உதிப்பதையோ அல்லது மறைவதையோ பொருட்படுத்த மாட்டோம்; உஷக் காலத்தைப்பற்றிப் பாடுவதற்குக் கவிகளும் முன் வரமாட்டார்கள். இந்தக் காலைச்சந்தி, மாலைச் சந்திகள் நீடித்திருப்பதைக்கொண்டு தூசித் துகள்கள் எவ்வளவு உயரம் வரை பவனத்தில் மிதந்து கொண்டிருக்க வேண்டும் என்று கணக்கிட்டுவிடலாம். மேலும் இக் காலங்களில் ஒளியின் நிறம் விதம் விதமாக மாறி

வருவதைக் காணலாம். சூரியன் மேனேக்கிச் சென்று மறைந்தவுடன் அதன் கிரணங்கள் நம் தலைக்கு மேலேயுள்ள தூசித் துகள்களைத் தாக்கு கின்றன. பவனத்தின் அடிப்பாகத்தில் துகள்கள் அதிகமாக இருக்கும். மேலே செல்லச் செல்லக் குறைந்து கொண்டே போகும். அடிப்பாகத்தி லுள்ள துகள்கள் சூரியனுடைய ஒளியை அதிகமா கச் சிதற அடிக்கின்றன. மேலே செல்லச் செல்ல ஒளிச் சிதறலும் குறைந்துகொண்டே போகும். இதனுல் சூரியன் மறைந்தும்கூட வானத்தில் பல நிறங்கள் தென்படும். சிறிது சிறிதாக நீலம் பச் சையாகவும், மஞ்சள் சிவப்பாகவும் மாறுவதைக் கவனிக்கலாம். வானத்தின் கிழக்கே பூமியின் நிழல் மெதுவாக மேலே ஏறி இருட்டிக்கொண்டே வரும். இருள் வானம் முழுவதும் பரவி வருவதற்குள் ஒளி யும் கணந்தோறும் புதிய வண்ணங்கள் காட்டி மறைந்து கொண்டேவரும்.

இதைக் கண்டு களித்த கவி ஒருவர் "வானத் தின்மீது மயிலாடக் கண்டேன்" என்று பாடு கிருர். மயிலின் தோகை விரியாமல் சேர்ந்திருக் கும்போதுகூட அதன் வண்ணங்கள் நம் மனதைக் கவரும். உற்சாகம் மேலிட்டு அது தோகையை விரித்தாடினுல் அதன் நிறச் சோபை நம்மை இன் னும் அதிகமாகப் பிரமிக்கச் செய்யும். இதைப் போலவே சூரியன் மறையும் நேரங்களில்தான் வானம் விதம் விதமாக வண்ணங்கள் காட்டுகிறது. இவை எல்லாம் தூசியினுல் ஏற்படும் விந்தைகளே ஆகும்.

ஒலி உலகம்

ஒலி உலகம் எல்லையற்றது என்று முதலில் தோன்றும். ஆனால் அவ்வாறு இல்லை. பூமியின் மேற் பரப்பிலும் அதனின்றும் சில மைல்கள் உயரம் வரையிலும்தான் ஒலி ஆட்சி செலுத்துகிறது. ஒலி பரவுதற்குக் காற்று வேண்டும். காற்று பூமியினின்று சில மைல்கள் உயரம் வரைதான் வியாபித்திருக்கிறது. தண்ணீரிலும் ஒலி பரவிச் செல்லக்கூடும். இருந்தபோதிலும் கடல் மட்டத்திலிருந்து சிறிது ஆழத்திற்குள்ளேயே ஒலி உலகம் மறைந்து விடுகிறது. கடலின் மேற்பரப்பில் உள்ள அலைகள் கரையோரங்களை மோதும்போதுதான் ஒலி உண்டாகிறது. நடுக்கடலில் கடலின் மேற் பரப்பிலும் சத்தம் குறைவாக இருக்கும். தண்ணீரைக் காட்டிலும் காற்றின் அசைவு அதிகமாதலால் காற்றில் ஒலி எப்பொழும் இருந்துகொண்டிருக்கும். கடலில் அநேக ஜந்துகள் வாழ்ந்துகொண்டிருக்கின்றனவே, அவற்றின் அசைவினால் ஒலி உண்டாகக் கூடுமே என்று நினைக்கலாம். பறவைகள் இறக்கைகளினால் காற்றைத் தள்ளிக் கொண்டு போவதுபோலக் கடலில் வாழும் ஜந்துக்கள் தண்ணீரை அசைப்பதில்லை. தண்ணீரில் அவை மிதந்து கொண்டிருப்பதினால் சிறிதும் சத்தம் இல்லாமல் நகருவது அவற்றுக்குச் சாத்தியமாகிறது. பூமியின் மேற்பரப்பில்தான் கூச்சலும்

கூப்பாடும். கடலின் அடியில் எப்பொழுதும் அமைதி குடிகொண்டிருக்கிறது.

பூமியின் மேற்பரப்பில் வாழும் ஜீவராசிகளை மிருகங்கள், பறவைகள், பூச்சிகள் என்று மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளலாம். இவை ஒவ்வொன்றிலும் அனேக இனங்கள் இருக்கின்றன. எல்லா ஜீவராசிகளும் தம்தம் வாழ்க்கையை நடத்துவதற்காகச் சில ஒலிகளை உண்டாக்குகின்றன. இவற்றின் காரணங்களை நாம் சுலபமாகக் கண்டறியலாம். தன் கன்றைக் காணுமற் போனால் மாடு கத்துவதை நாம் பார்க்கிறோம். அது தீனி இல்லாமல் கட்டிக் கிடக்கும்போது வேறுவிதமாக கத்துகிறது. காட்டில் சிங்கம் பசி வந்தவுடன் கர்ஜிக்குமாம்; இதைக் கேட்ட மற்ற மிருகங்கள் பயந்து அங்குமிங்கும் ஓடும்போது அவற்றில் ஒன்றைக் கொன்று தின்று தன் பசியைத் தணித்துக் கொள்ளும். மிருகங்களில் ஒவ்வொரு இனத்திற்கும் பிரத்தியேகமான ஒலி இருப்பதைக் காணலாம். ஓநாய், நரி போன்ற மிருகங்கள் தம் இனத்தை ஒன்று சேர்ப்பதற்கு ஓர் விதமாக ஊளையிடுமாம். சில ஜந்துக்கள் பயமுறுத்துவதற்கென ஒலிகளை எழுப்பும். சாரைப்பாம்பு தனக்கு அபாயம் நேரிடும்போது வாலை ஆட்டித் தரையில் அடித்துச் சத்தப்படுத்தும். நாகப்பாம்பு படம் எடுத்து 'உஸ்' என்று சீறுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம்.

மிருகங்களின் ஒலிகளைவிடப் பறவைகளின் ஒலிகளில்தான் அதிக வேறுபாடுகள் இருக்கின்றன. பறவைகளின் ஒலிகளில்தான் இனிமையும் அதிகமாக இருக்கிறது. நாம் பேசுவதுபோலக் கிளி, மைனு போன்ற பறவைகளைப் பழக்கிவிடலாம், இதிலிருந்து அவற்றின் ஒலிகளின் சிறப்பை உணரலாம். குயில், வானம்பாடி போன்ற பறவைகளின் ஒலிகள் காதுக்கு மிகவும் இனிமையாக இருக்கும். பறவைகளில் பெரும்பாலும் ஆண்பறவைகள்தான் ஒலிகளை அதிகமாக உண்டுபண்ணும். பெண் பறவைகளுக்குத் தம் இருப்பிடங்களைத் தெரிவிப்பதற்காகவே அவை கத்துவதாகக் கூறுகிருர்கள். இத்துடன் மற்ற ஆண் பறவைகளுக்கு எச்சரிக்கையாகவும் இவ்வொலிகள் அமைகின்றனவாம். பெண் பறவைகளுடன் கூடி மகிழ்ந்து பின் அவை குஞ்சு பொறிக்கும்வரை சில ஆண் பறவைகள் கத்திக்கொண்டிருக்கும் என்று கூறுகிருர்கள். காதலை வெளிப்படுத்துவதற்குப் பறவைகள் மட்டும்தான் ஒலிகளை எழுப்புவதாக நினைக்க வேண்டாம். மழைக்காலங்களில் தவளைகள் எல்லாம் ஸ்வரம் பாடுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். பெண் தவளைகளைக் கூப்பிடுவதற்காக ஏற்பட்ட சங்கீதம் இது. சில பறவைகள் தம் இனத்தை ஒன்று சேர்க்கக் கத்துவதுண்டு. உதாரணமாக, காக்கை ஒன்று செத்துக்கிடந்தால் மற்றக் காக்கைகள் கத்தி, தம் இனத்தை முழுவதும் அங்கே கூட்டி விடும். இவ்வாருக எல்லா ஜீவராசிகளும் தம் வாழ்க்

கைக்கு நேரடியாகப் பயன்படும்படி சில ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. இதுவுமன்றி அவை மற்ளுெரு வகையிலும் ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. பறவைகள் எல்லாம் காற்றில் பறந்து செல்லும்போது அவற்றின் இறகுகளினுல் காற்றுக்கு அதிர்ச்சி உண்டாகி ஒலி தோன்றுவதை நாம் கவனிக்கலாம். இவ்வொலிகளினுல் பறவைகளுக்கு யாதொரு பயனுமில்லை. இதைப்போல மிருகங்களும் ஒலியை எழுப்புகின்றன. அவை ஓடும்போது தரைக்கு அவற்றின் கால்களினுல் திடீர்திடீர் என்று அதிர்ச்சி ஏற்பட்டு, காற்றில் ஒலி உண்டாவதைக் கவனிக்கலாம். இவ்வொலிகளினுல் மிருகங்களுக்கும் யாதொரு பயனுமில்லை. அசேதனப்பொருள்களும் இத்தகைய ஒலிகளை எழுப்புகின்றன. நீர் ஓட்டத்தினுல் உண்டாகும் ஒலியை அனைவரும் கேட்டிருக்கலாம். மேட்டிலிருந்து பள்ளத்துக்குப் பாயும் தண்ணீர் சலசலவென்று ஒலித்துக் கொண்டு ஓடுவதைப் பார்க்கலாம். நீர்வீழ்ச்சியாகப் பாயும் இடங்களில் ஒலியின் முழக்கம் அதிகமாக இருக்கும். இதைப்போலக் காற்ளுேட்டத்தினுலும் ஒலி உண்டாகிறது. காற்று மரங்கள் மூலமாகவோ அல்லது மலைச்சரிவுகள் மூலமாகவோ அடிக்கும் போது ஜிவ் ஜிவ் என்று ஒலி உண்டாகும்.

இவ்வொலிகள் எல்லாம் எவ்வாறு ஏற்படுகின்றன என்று ஆராய்வோம். மிருகங்களின் தொண்டை அமைப்பு நம்முடைய தொண்டை அமைப்பைப் போலுள்ளது. மிருகங்

கள் சுவாசிக்கும் காற்று அவற்றின் தொண்டையில் உள்ள (Larynx) என்று சொல்லப்படும் ஒலிப் பெட்டியின் மூலமாகச் சுவாசப் பைக்குச் செல்லுகிறது. இவ்வொலிப் பெட்டி சுவாசப் பைக்குச் செல்லும் சுவாசக்குழாயின் (Windpipe) தலைப்பிலேயே அமைந்திருக்கிறது. உட்சென்ற காற்று சுவாசப் பையிலிருந்து வெளிவரும் போது ஒலிப் பெட்டிக்குத் திரும்பவும் வந்து வாய், மூக்கு வழியாக வெளிப்படவேண்டும். ஒலிப்பெட்டியினுள் குரல் நாண்கள் (Vocal cords) என்ற இரண்டு பிகுவான சன்னத் தோல்கள் இருக்கிறன. இவை பக்கவாட்டத்தில் தசைகளினுல் இழுக்கப்பட்டுச் சுவாசக்குழாயின் துவாரத்தைக் கதவுகள் போல மூடிக்கொண்டிருக்கின்றன. மிருகங்கள் சத்தம் போடும்போது சுவாசப்பைகளிலிருந்து வெளிவரும் காற்று குரல் நாண்களுக்கு இடையே உள்ள சந்தின் வழியாக வந்து குரல் நாண்களை துடிக்கச் செய்கின்றது. அவ்வொலி தொண்டை, வாய், மூக்கு முதலிய இடங்களில் உள்ள காற்றினுல் பலப்படுத்தப்பட்டு வெளிக் காற்றில் பரவுகிறது. சிங்கம், புலி போன்ற மிருகங்களின் சுவாசப் பையிலிருந்து வெளிவரும் காற்று மிகுந்த வலிமையுடன் வெளிவருவதால் ஒலி பெருமுழக்கத்துடன் வெளிவருகிறது. பறவைகளின் தொண்டையில் உள்ள ஒலிப் பெட்டியின் (Syrinx) அமைப்பு வேறுவிதமாக இருக்கிறது. மிருகங்களில் உள்ளது போல ஒலிப்பெட்டி சுவாசக்குழாயின் தலைப்பில்

அமைந்திருக்க வில்லை. சுவாசக் குழாயின் கீழ் முனையில் அமைந்திருக்கிறது. சில பறவைகள் தொண்டையினால் ஒலியை எழுப்பாமல் மூக்கினால் ஒலியை எழுப்பும். மரங்கொத்தும் குருவிகள் என்று குருவிகளில் ஓர் இனம் உண்டு. இக் குருவிகள் மரங்களை மூக்கினால் கொத்தி ஒலியை எழுப்பும். பூச்சிகள் ஒலி உண்டுபண்ணும் விதம் விசித்திரமானது. இவற்றுக்கு குரல் நாண்கள், ஒலிப்பெட்டி முதலிய அமைப்புகள் கிடையாது. சீப்பில் உள்ள பற்களைப்போல இவற்றின் உடம்பில் முட்கள் நீட்டிக் கொண்டிருக்கும். இவற்றைக் காலினால் வருடி ஒலியை எழுப்பும். வெட்டுக்கிளி என்னும் பூச்சி இம்மாதிரிதான் ஒலியை உண்டு பண்ணுகிறது. சிலவகை எறும்புகளில் அவற்றின் இடுப்பில் அனேக முட்கள் நீட்டிக் கொண்டிருக் கும். இவற்றைக் காலினால் சுரண்டி அந்த எறும்பு கள் ஒலியை எழுப்பும்.

இப்பொழுது காற்றோட்டத்தினால் ஏற்படும் ஒலிகளைப்பற்றிச் சிறிது கூறுவோம். நிலையாக நிற் கும் பொருள்களைக் காற்றுத் தாண்டி வரும்போ தெல்லாம் ஒலி உண்டாகும். காற்றின் வேகத்தைப் பொறுத்து இதன் சுருதியும் மாறுபடும். ஓடும் வாய்க்காலில் ஒரு குச்சியைச் செங்குத்தாக நீரினுள் முழுக்கிக் கொண்டிருந்தால் குச்சியின் பக்கத்தில் இருபுறங்களிலும் நீர்ச்சுழிகள் (Eddies) மாறி மாறி ஏற்படுவதையும் அவை உடனே கலைந்து நீருடன் போவதையும் கவனிக்கலாம். இதைப்

போலவே நிலையாய் நிற்கும் பொருள்களைக் காற்றுத்தாண்டி வரும்போதெல்லாம் அதில் சுழிகள் உண்டாகிக் கலைகின்றன. இச்சுழிகள் கிரமப்படி ஏற்பட்டு மறைவதினால் காற்றுக்கு அதிர்ச்சி உண்டாகி ஒலி எழும்புகிறது. மரங்கள் மூலமாகக் காற்று வீசும்போதெல்லாம் ஒலி உண்டாவதற்கு இது ஒரு காரணம். இலைகள் துடித்து ஒன்றோடொன்று உராய்ந்து காற்றில் அதிர்ச்சி ஏற்படுவது ஒலிக்கு மற்றொரு காரணம். இலைகள் எவ்வாறு துடிக்கின்றன என்று அறிய ஓர் சோதனை செய்து பார்க்கலாம். ஒரு கடுதாசியைச் சுக்கு நூறாகக் கிழியுங்கள். துண்டங்களின் அகலத்தைவிட நீளம் இரண்டு அல்லது மூன்று மடங்கு அதிகமாக இருக்கும்படியாகக் கிழிக்க வேண்டும். துண்டங்கள் எல்லாவற்றையும் காற்றில் வீசி எறிந்து அவற்றின் போக்கைக் கவனியுங்கள். துண்டங்கள் ஒவ்வொன்றும் அப்படியே தரையில் விழாது. சுழன்று சுழன்று விழும். இதன் காரணம் என்னவெனில் ஒவ்வொரு துண்டத்தின் கீழ் முன் புறத்திலும் பின் புறத்திலும் உள்ள காற்று மாறி மாறி அசைந்து துண்டத்துக்கு இத்தகைய சுழற்சியைக் கொடுக்கிறது. காற்று மரத்தின் இலைகளையும் இவ்வாறே சுழலச்செய்யப் பார்க்கின்றன. ஆனால் இலைகளின் காம்புகள் சுழற்சியைத் தடுக்கின்றன. எனவே இலைகள் காம்புகளின் இருபுறமும் மாறி மாறி அசைந்து துடிக்கின்றன. இவ்வாறு துடிக்கும்போது அவை பக்கத்திலுள்ள இலைகளில்

உராய்கின்றன. துடிப்புகளினாலும் உராய்வினாலும் காற்றுக்கு அதிர்ச்சி ஏற்பட்டு ஒலி உண்டாகிறது.

நாம் கேட்கும் ஒலிகள் எல்லாம் நமக்கு இனிமையாக இருப்பதில்லை. ஒலிகள் இனிமையாக இருக்க வேண்டுமானால் அவற்றுக்கு முதலில் ஒரு குறிப்பிட்ட சுருதி (Pitch) இருக்க வேண்டும். சுருதி என்பது ஒலியை உண்டாக்கும் பொருளின் துடிப்பு வேகத்தைச் சார்ந்திருக்கும். ஒரு விநாடியில் ஏற்படும் துடிப்புகளின் எண்ணிக்கை சுருதியை நிர்ணயிக்கும். சுருதி நிலைத்திராமல் அடிக்கடி மாறிக் கொண்டிருந்தால் நமக்கு ஒலி வெறுப்பை உண்டாக்கும். மிருகங்களின் ஒலிகள் பறவைகளின் ஒலிகளைவிடக் குறைவான சுருதியுடன் இருக்கும். நாம் கேட்கும் ஒலிகளின் சுருதிக்கு வரம்புகள் உண்டு. பொதுவாகச்சுருதி முப்பதுக்குக் குறைவாக இருந்தால் அவ்வொலியை நாம் கேட்க முடியாது. உயர்ந்த சுருதிகளைக் கேட்கும் சக்தி நம் வயதைப் பொறுத்திருக்கிறது. முதுமை வர வர உயர்ந்த சுருதிகள் நமக்குப் புலனாவதில்லை. சிறு பிள்ளைகள் கேட்கக் கூடும் சுருதி இருபதினாயிரம் வரை இருக்கும் என்று அபிப்பிராயப் படுகிறார்கள். வயதானவர்கள் பதினைந்தாயிரத்துக்கு மேல் கேட்க முடியாது என்று தெரிகிறது. சில பறவைகளின் ஒலிகள் இந்த வரம்பையும் தாண்டி இருக்கிறது. வௌவால் சத்தத்தை நாம்கேட்க முடியாது. ஏனெனில் அதன் சுருதி இவ்வரம்பிற்கு மேல் அமைந்திருக்கிறது. குயில் சுமார்

எழுநூறிலிருந்து ஐயாயிரம் வரை சுருதியுள்ள ஒலி களை உண்டு பண்ணுகிறது. அக்கோ பக்ஷி சுமார் ஐந்நூறிலிருந்து எண்ணூறு வரை சுருதியுள்ள ஒலி களைஎழுப்புகிறது. மிருகங்களின் ஒலிகளுக்குத்தான் முழக்கம் அதிகம், சிங்கம் கர்ஜித்தால் பல மைல் வரை ஒலி கேட்குமாம். ஒலியின் முழக்கம் ஒலித் துடிப்பின் வீச்சைப் (Amplitude) பொறுத்தும், சுவாசப் பையிலிருந்து ஒலிப் பெட்டிக்கு வரும் காற்றின் வலிமையைப் பொறுத்தும் இருப்பதால் பலம் மிகுந்த மிருகங்கள் அதிக முழக்கத்துடன் ஒலியை எழுப்புகின்றன. ஒலிகளின் இனிமைக்கு மற்ெருரு முக்கிய காரணம் அவற்றில் அடங்கி யுள்ள பரிவார சுருதிகள் (Overtones). ஒலிகள் எல்லாம் தூயனவல்ல என்றும் அவை உண்டாகும் போது ஓர் ஆதார சுருதியுடன் (Fundamental) பல வேறு பரிவார சுருதிகள் வருவதையும், ஒலி களின் பண்பு இப்பரிவார சுருதிகளுக்குத் தகுந்த வாறு அமைவதையும் விஞ்ஞானிகள் கண்டார்கள். பறவைகளின் ஒலிகளில் மிருகங்களின் ஒலிகளில் இருப்பதைவிடப் பரிவார சுருதிகள் நன்கு அமைந் திருப்பதினுல் அவற்றுக்கு அதிக இனிமை இருக்கின் றதாம். கோடிக்கணக்கான தினுசு ஒலிகளை நாம் கேட் கின்றபோதிலும் அவற்றைச் சுருதி, முழக்கம், பண்பு என்று வேறுபாடுகளினுல் வகைப்படுத்தி விடலாம். இவ்வாறு வகைப்படுத்திய பின்னர் இவற்றினிடையே உள்ள ஒற்றுமைகளை நன்கு உண ரலாம். இந்த ஒற்றுமைகளை நம் முன்னோர்கள்

உணர்ந்து கடவுளை நாதப்பிரம்மம் என்று போற்றிவந்திருக்கிறார்கள். அத்தகைய ஞானிகள் மரபில் தோன்றி மறைந்த கவி சுப்பிரமணிய பாரதியார் இவ்வுண்மையை,

> "கேட்கு மொலியிலெல்லாம் நந்தலாலா—நின்றன்—
> கீதமிசைக்குதடா நந்தலாலா"

என்று அழகாகப் பாடியிருக்கிறார்.

---

6. பூமி

பூமி எப்பொழுது தோன்றிற்று, எப்படி உண்டாயிற்று, அதன் உள்ளே என்ன இருக்கிறது அதற்கு மாறுதல் உண்டா, அதன் முடிவு என்ன— இவை போன்ற கேள்விகளுக்கு விடை அறிய அனைவரும் விரும்புவார்கள் என்பது திண்ணம். ஒவ்வொருவருக்கும் தான் இருக்கும் ஊரைப்பற்றியும், நாட்டைப்பற்றியும் அறிந்து கொள்வதில் ஆர்வம் மிகுந்து இருக்கும் இந்நாளில், நாம் எல்லோரும் சேர்ந்து வசிக்கும் பூமியைப்பற்றித் தெரிந்து கொள்வதில் யாருக்குத்தான் விருப்பம் இராது. ஆனால் இவற்றுக்கெல்லாம் விஞ்ஞானம் கூறும்

விடைகள் எல்லோருக்கும் திருப்தி அளிக்கும் என்று சொல்வதிற்கில்லை. "பூமியின் ஆரம்பமும் தெளிவில்லை; இறுதியும் தெளிவில்லை; நடு நிலைமை தான் தெளிவுடையது" என்று கீதை சொல்லும் பதிலைப்போலவே விஞ்ஞானமும் சற்றேறக் குறைய இதே பதிலை இக் கேள்விக்கு அளிக்கிறது. எல்லோருக்கும் திருப்தி அளிக்கும் விடைகளை இவற்றுக்கு எதிர் பார்ப்பதும் தவறு என்று சிலர் நினைக்கலாம். இங்கே எல்லாக் கேள்விகளுக்கும் விடை கூறப்போவதில்லை. அவற்றுள் முக்கியமாக, பூமியின் மேற்பகுதி உட்பகுதி இவற்றைப் பற்றி விஞ்ஞானம் கூறும் முடிவுகளை மட்டும் பார்ப்போம்.

பூமியின் மேற்பகுதியில் முக்கால் பாகம் தண்ணீர்; கால் பாகம் தரை. இத் தண்ணீர் தேக்கங்கள் சமுத்திரங்கள். தரையின்மேடான பாகங்கள்தான் மலைகள். ஒருகாலத்தில் பூமி நெருப்புக் கோளமாக இருந்தது. பிறகே அதன் மேற்பகுதி ஆறிக் குளிர ஆரம்பித்திருக்க வேண்டும் என்று விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள். அவ்வாறு குளிர ஆரம்பித்த பொழுது, சூட்டையொட்டி, பவனத்தில் ஆவி நிலையிலேயே இருந்த நீராவி குளிர்ந்து நீராயிற்று. அடை மழை பெய்தது. மேற்பகுதியில் இருந்த பலவகை உப்புப்படலங்கள் மழை நீரில் கரைந்தன. அம்மழை நீர் ஆறுகளாய் ஓடின. பூமியின் மேற்பகுதி மட்டும் குளிர்ந்ததால் அதன் மேலோடு மேடுபள்ளங்களாயிற்று.

உப்புகளைக் கரைத்துச் சென்ற மழைநீர் பள்ளங்களில் நிரம்பிற்று. இவ்வாறு ஏற்பட்ட மேடான பாகங்கள்தான் மலைகள் என்றும் உப்புநீர்த் தேக்கங்கள் தான் சமுத்திரங்கள் என்றும் முறையே கூறப்படுகின்றன. மேலும் பவனத்தில் இருந்த நீராவியில் பெரும் பகுதி மழையாகப் பொழிந்தபின் அடைமழை ஓய்ந்தது. பிறகு தக்க பருவகாலங்களிலேயே மழை பெய்து வருகின்றது என்றும் மேற்படல உப்பெல்லாம் கடலைச் சேர்ந்த பின் ஆறுகளில் உப்பில்லாத நீர் ஓடலாயிற்று என்றும் விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள்.

மேலோட்டைக் குடைந்து பூமியினுள் ஆழச் செல்லச் செல்ல, எத்தகைய பொருள் காணப்படுகிறது என்று சோதனை செய்யலானார்கள். நிலக்கரி, வைரம் முதலியவற்றைத் தோண்டி எடுப்பதற்கு வெட்டப்பட்ட சுரங்கங்கள் இச் சோதனைகளுக்குப் பெரிதும் பயனளித்தன. அவற்றில் பல வேறு ஆழங்களில் பல வகைப்பட்ட கல், மண் பாறைகள் முதலியவை கிடைத்தன. அவை எல்லாம் படலங்களாக (Strata) அமைந்திருப்பதைப் பார்த்தார்கள். நில மட்டத்தின் கீழ் நானூறு அடி ஆழம்வரை களிமண் இருப்பதைப் பார்த்தார்கள். அதன் கீழ் காரைப்படலங்கள் தென்பட்டன. சுமார் எண்ணூறு அடிக்குக் கீழ் மணல் காணப்பட்டது. ஆயிரம் அடிக்குக்கீழ் பாறைகள் தட்டுப்பட்டன. இவற்றை ஸெடிமெண்டரி ராக்ஸ் (Sedimentary rocks) என்று கூறுகிறார்கள்.

இவற்றின் கீழிருந்து மற்ெருரு வகைப் பாறை களைத் தோண்டி எடுத்தார்கள். இவற்றுக்கு இக்னியஸ் ராக்ஸ் (Igneous rocks) என்று பெயர். இவையெல்லாம் உலோகங்களின் ஸிலிகேட் (Sili cate) பொருள்களாக இருப்பது தெரியவந்தது. ஒரு காலத்தில் இவை திரவமாக இருந்து பின்னர் குளிர்ந்து பாறைகளாக மாறி இருக்க வேண்டு மென்று கருதினுர்கள். இவற்றில் முக்கியமானவை கிரானைட் (Granite) பஸால்ட் (Basalt) என்னும் பாறைகள். சுமார் ஒன்றேகால் மைல் ஆழம் வரை குடைந்து செல்லப்பட்ட சுரங்கம்தான் மிகவும் ஆழமான சுரங்கம். இதற்கும் கீழே குடைய வேண்டிய சிரமத்தை எரிமலைகள் (Volca noes) போக்கின. எரிமலைகளைப் பூமிக்குள் ஆழ மாய் இறக்கப்பட்ட பெருங் குழாய்கள் எனலாம். சாதாரணமாக இக்குழாய்கள் பூமி மட்டத்திற்கு மேல் மலைகள் குன்றுகள் இவற்றின் உச்சிவரை சென்றிருப்பதுண்டு. எரிமலைகளின் உச்சிகளி லிருந்து 'லாவா' (Lava) எனப்படும் குழம்புப் பொருள், கற்கள், நீராவி, பல வாயுக்கள் முதலி யவை வெளிப்படும். இவற்றை எப்பொழுதும் எரிமலைகள் கக்கிக் கொண்டிரா. சிற்சில காலங் களில்தான் கக்கும். இவ்வாறு கக்கப்பட்ட குழம் புப் பொருளைச் சோதித்துப் பார்க்கும்போது அதுவும் Iqneous rocks வகையைச் சேர்ந் திருப்பது தெரிய வந்தது. இதற்கு "மாக்மா" (Magma) என்று பெயர். இதில் சேர்ந்துள்ள

இரசாயனப் பொருள்கள் இரும்பு, மாக்னீஷியம் என்ற உலோகங்களின் ஸிலிகேட்டுகள்தான். மாக்மாவிலிருந்து கரியமலவாயு (Carbon di oxide), கந்தக வாயு (Sulphur di oxide), நீரக வாயு (Hydrogen), நீராவி முதலியவை வெளிப்படுகின்றன. இவ் வாயுக்களெல்லாம் மிகுந்த இறுக்கத்தில் மாக்மாவில் கரையப்பட்டு, கட்டுண்டு, பூமியின் அடியில் இருந்திருக்க வேண்டுமென்று தெரிகிறது. மாக்மாவில் கலந்துள்ள பொருள்களின் தன்மையைக் கொண்டு எரிமலைகளின் ஆழத்தைக்கணக்கிட முடிந்தது. சில எரிமலைகள் பூமியினடியில் சுமார் இருபது முதல் முப்பது மைல் ஆழத்திலிருந்து கிளம்பி வருவதைக் கண்டார்கள். எனவே பூமியின் மேற்பரப்பின் கீழ் இரண்டு மைல் ஆழம் வரை Sedimentary rocks இருப்பதும், அவற்றின் கீழ் சுமார் முப்பது மைல் ஆழம் வரை Igneous rocks இருப்பதும், அவற்றுக்கும் கீழ் "மாக்மா" இருப்பதும் தெரிய வந்தது. மாக்மா படலத்தின் கீழே இருப்பது திரவமா அல்லது கட்டிப்பொருளா, அதன் திண்மை யாது என்று ஆராயத் தொடங்ஞர்கள்.

பூமியினடியில் குடைந்து செல்லச் செல்ல, சூடு அதிகரித்துக்கொண்டு போவதைப் பார்த்தார்கள். சில இடங்களில் இவ்வதிகரிப்பு அதிகமாகவும் தென்பட்டது. பல சுரங்கங்களில் சூட்டு அதிகரிப்பை அளந்து பார்த்ததில் ஒவ்வொரு மைல்

ஆழத்திற்கும் சுமார் நாற்பத்துநாலு டிகிரீ சென்டிகிரேடு அளவு சூடு அதிகரிப்பதைக் கண்டார்கள். எனவே பூமியின் உட்பகுதி இன்னும் குளிரவில்லை என்றும், அதன் மையப்பிரதேசத்திற்கருகே சூடு அதிகமாக இருக்கவேண்டுமென்றும் ஏற்பட்டது. ஒரு பொருளும் இச்சூட்டில் திட நிலையில் இருக்க வியலாது. எனவே அங்குள்ள பொருள் திரவ நிலையில்தான் இருக்கவேண்டுமென்று ஆயிற்று. அப்படியானுல் சமுத்திரத்தில் அலைகள் உண்டாவது போல, தரையிலும் அலைகள் உண்டாக வேண்டும். ஏனெனில் தரை மட்டத்தின்கீழ் முப்பது மைல் ஆழம் முதல் பூமியின் மையம் வரை இருக்கும் பொருள் திரவ நிலையில் இருப்பின் அது சந்திரன், சூரியன் இவற்றின் கவர்ச்சியினுல் மேலோட்டைப் பீறிட்டுக்கொண்டு வெளிவருவதுடன், சமுத்திரத்தில் உண்டாகும் அலைகளைப்போலப் பூமியின் மற்றப் பகுதியிலும் அலைகளாகத் தோன்ற வேண்டும். சமுத்திரத்தில் உண்டாகும் அத்தகைய பெரிய அலைகளைப் போல ஏற்படாவிட்டாலும் சிறிய அலைகளாவது உண்டாக வேண்டும். அவ்வாறு ஒன்றும் ஏற்படாததினுல் பூமியினடியில் உள்ள பொருள் திரவ நிலையில் இருக்க முடியாது என்று ஏற்பட்டது. ஆழச் செல்லச் செல்ல இறுக்கமும் அதிகரித்துக்கொண்டு போவதால் இப்பொருள் அரக்கைப்போல இலகுவில் இளகக்கூடிய பொருளாக இருக்கலாமென்று கருதுகிருர்கள். அப்படியானுல் இதன் திண்மை யாதாக இருக்கவேண்டுமென்று ஆராயத் தொடங்கிஞர்கள்.

ஒரு பொருளின் திண்மையை அளந்து கூறும் போது அது நீரினது திண்மையைவிட இத்தனை மடங்கு அதிகமென்று கூறப்படும். இதற்குக் குறிப்பிட்ட பருமை கொண்ட அப்பொருளின் நிறைக்கும் அதே பருமை கொண்ட தண்ணீரின் நிறைக்குமுள்ள தராதரத்தை அளந்து பார்ப்பது வழக்கம். அவ்வாறு சோதனை செய்து பார்க்கும் போது மேலோட்டின் கீழுள்ள பாறைப் படலங்களின் திண்மை இரண்டரை முதல் மூன்று வரை இருப்பது தெரிய வந்தது. பூமியின் முழுவதற்கும் உண்டான திண்மையை அளந்தார்கள். இதற்கு "நியூட்டன் நிலக்கவர்ச்சி விதி" பெரிதும் பயன் பட்டது. எல்லாப் பொருள்களும் பூமியை நோக்கி இழுக்கப்படுவதை அனைவரும் அறிவார்கள். பூமியின் கவர்ச்சியே இதற்குக் காரணம். எல்லாப் பொருள்களைக் காட்டிலும் பூமி மிகமிகப் பெரிதாதலால் எல்லாப் பொருள்களும் அதை நோக்கியே இழுக்கப்படுகின்றன. இக் கவர்ச்சிச் சக்திக்குண்டான விதியைக் கண்டவர் நியூட்டன் என்னும் விஞ்ஞானி. இதைத்தான் "நியூட்டன் நிலக்கவர்ச்சி விதி" என்று கூறுவார்கள். இவ்விதியை உபயோகப் படுத்திப் பூமியின் திண்மையை அளந்தார்கள். அளந்து பார்க்கும் போது அதன் சராசரி திண்மை தண்ணீரின் திண்மையைவிட ஐந்தரை மடங்கு இருப்பது தெரிய வந்தது. இதனால் பூமியின் உட்பகுதி திண்மை மிகுந்த பொருளாக இருக்க வேண்டும்

என்று ஏற்பட்டது. வேறு சான்றுகளும் இக் கருத்து சரியென்று காட்டின. அவற்றில் ஒன்று பூகம்ப நிகழ்ச்சியைப் பயன் படுத்தியது.

பூமியின் மேலோட்டில் உண்டாகும் கிளர்ச்சியைத்தான் பூகம்பம் என்று சொல்லுவது. இது பல காரணங்களையொட்டி ஏற்படலாம். பொதுவாக எரிமலைகள் கக்க ஆரம்பிக்கும்போது உண்டாகும் அதிர்ச்சியை யொட்டிப் பூகம்பங்கள் ஏற்படுகின்றன. மேலோட்டின் வழியாக இவ்வதிர்ச்சி மற்ற இடங்களுக்கும் பரவுகின்றது. சிலசமயம் மேலோட்டின் கீழே உள்ள படலங்கள் ஒன்றோடொன்று பொருந்தாமல் சறுக்கிப் பிறழலாம். அவ்வாறு நேரிடும் போதும் பூகம்பம் உண்டாகலாம். பெரிய மலைத் தொடர்களின் அடிவாரத்தில் அவற்றின் பளு தாங்கமாட்டாமல் பூமியில் விரிசல் ஏற்பட்டு மலைகள் சரிந்து அதனுல் அதிர்ச்சி பரவலாம். சில சமயம் கடலின் அடிவாரம் அமுங்கும். அப்போது பூகம்பம் உண்டாகலாம். பூகம்பத்திஞல் ஏற்படும் அதிர்ச்சி அலைகளாக மற்ற இடங்களுக்குப் பரவுகின்றன. இவ்வலைகளில் ஒரு பகுதி பூமியின் மேற்பரப்பின் மீது மட்டும் செல்லும். மற்றப் பகுதி பூமியினடிவழியாகச் செல்லும். மேற்பரப்பின் மீது மட்டும் பரவிச் செல்லும் அலைகள் செகண்டுக்கு இரண்டரை மைல் வீதம் பரவுவதைப் பார்த்தார்கள். ஆனல் பூமியினடிவழியாகச் செல்லும் அலைகளின் வேகம், அவை செல்லும் ஆழத்தைப் பொறுத்து

மாறுபடுவதைக் கண்டார்கள். உலகில் பல இடங்களில் பூகம்பத்தினுல் உண்டாகும் அதிர்ச்சியைத் தக்க கருவிகளைக் கொண்டு அளந்து, இவ்வலைகள் பரவி வந்த வேகத்தைக் கணக்கிட்டார்கள். ஆழம் அதிகரிக்க இவ்வலைகளின் வேகமும் அதிகரிப்பது தெரியவந்தது. ஒரு பொருளின் மூலமாக அலைகள் பரவிச் செல்லும்போது அவற்றின் வேகம் அப்பொருளின் திண்மையைப் பொறுத்து அதிகரிக்கும். உதாரணமாக, ஒலி அலைகள் மரத்தில் செல்லுவதைவிட இரும்பில் பல மடங்கு அதிக வேகத்துடன் செல்லும். ஏனெனில் இரும்பின் திண்மை மரத்தின் திண்மையைவிட அதிகம். பூகம்பத்தினுல் ஏற்பட்ட அலைகளின் வேகம் கீழே செல்லச் செல்ல அதிகரிப்பதைக் கொண்டு, மாக்மா படலத்திலிருந்து பூமியின் மையம்வரை திண்மை மிகுந்த பொருள் இருக்க வேண்டுமென்று தெரிய வந்தது. இப்பொருள் யாதாக இருக்க வேண்டுமென்று உடனே ஆராயத் தொடங்கினுர்கள். உலகில் சாதாரணமாக எங்கும் கிடைக்கக்கூடிய திண்மை மிகுந்த பொருள் இரும்புதான். இதற்கு அடுத்தபடியாக நிக்கல் உலோகம்தான் அதிகமாகத் தென்படுகிறது. எனவே பூமியின் மையத்தைச் சூழ்ந்துள்ள பிரதேசம் இரும்பு நிக்கல் கலவையாகத்தான் இருக்க வேண்டுமென்று நினைக்கிருர்கள். இவ்வாறு நினைப்பதற்கு வேறு சான்றுகளும் இருக்கின்றன. சூரியனில் அதிகமாகத் தென்படுவதும் இரும்புதான். மற்றும்

சிற்சில சமயங்களில் வானத்திலிருந்து கற்கள் விழுவதுண்டு. இவற்றுக்கு மீடியரைட்ஸ் (Meteorites) என்று பெயர். இக்கற்கள் சூரியனிடமிருந்து கிரகங்கள் பிரிந்த காலத்தில் வெளிப்பட்டவை என்று கருதுகிறார்கள். இக்கற்களைச் சோதித்துப் பார்க்கும்போது அவை இரும்பு நிக்கல் கலவையாக இருப்பது தெரியவந்தது. இக்காரணங்களினால் பூமியின் மையத்தைச் சூழ்ந்துள்ள பிரதேசம் இரும்பு நிக்கல் கலவைப் பொருளாக இருக்க வேண்டுமென்ற கருத்து ஊர்ஜிதப் படுத்தப்பட்டது.

---

7. கடல்

நம்மைப் பிரமிக்கச் செய்யும் இயற்கைத் தோற்றங்களில் கடல் ஒன்று. காலை மாலை நேரங்களில் கடற்கரை சென்று இயற்கையில் லயித்து விடுபவர்கள் அனேகர் உண்டு. அதைப் பார்த்தவுடன் அதன் பரப்புத்தான் நம்மை முதலில் திகைக்கச்செய்கிறது. எப்பொழுதும் ஓவென்று

இரைச்சல் கேட்பதையும் ஓய்ச்சல் ஒழிவில்லாமல் அலைகள் கரையை நோக்கி ஓடி வருவதையும் காணும்போது கடலுக்கு ஓய்வு என்பதே கிடையாது என்பது தெரிகிறது. இதைத் தெளிவு படுத்தவே "சமுத்திரம் அலை நின்று ஸ்நானம் செய்ய முடியுமா?" என்ற பழமொழி நம்மிடையே வழங்கி வருகிறதுபோலும். பூமிச் சுழற்சியிலே கடல் தலைகீழாகக் கவிழ்ந்து, திசை வெளியில் ஏன் போய்விடவில்லை? நம் தலையிலே ஏன் கவிழ்ந்துவிடவில்லை? என்று எல்லாம் நமக்குச் சந்தேகம் உண்டாகிறது. கடலின் நீல நிறத்தையும் வானத்தின் நீல நிறத்தையும் பார்க்கும்போது கடவுள் சிருஷ்டியில் நீல நிறத்துக்குத்தான் மவுசு அதிகம் என்று தெரிகிறது. இதனால்தான் வால்மீகி ராமருக்கு நீல நிறத்தைக் கொடுத்தார் போலும்! கடலைப் பார்க்கப் பார்க்க இம்மாதிரி பல எண்ணங்கள் நமக்கு உண்டாகின்றன. இவ்வெண்ணங்களுடன் திருப்தி அடைவதில்லை விஞ்ஞானிகள். அவற்றுக்கெல்லாம் காரணங்களைக் கண்டு பிடிப்பதில் ஈடுபடுவார்கள். கடல் நீரின் இயக்கத்திற்கும் அதன் பரப்பின் மீது உண்டாகும் அலைகளுக்கும் காரணங்களை அறிந்திருக்கிறார்கள். அதன் நீல நிறத்தின் மர்மத்தையும் உணர்ந்திருக்கிறார்கள். இவ் விவரங்களை எல்லாம் இனி கவனிப்போம்.

பூமியின் மேற்பகுதியில் தரையின் பரப்பை விட, கடலின் பரப்புத்தான் இரண்டு மடங்கு

அதிகமாக இருக்கிறது. கடலின் பரப்பு விஸ்தீ ரணம் சுமார் பதினைன்குகோடி சதுரமைல் என்று கண்டிருக்கிருர்கள். கடல் பலவேறு பாகங்களா கப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கின்றது. அப்பிரிவுகளில் முக் கியமானவை பஸிபிக்கடல், அட்லாண்டிக் கடல், இந்தியக் கடல், ஆர்ட்டிக் கடல், அண்டார்டிக் கடல் என்னும் பாகங்கள். இவற்றில் முதல் மூன்று கடல்கள்தான் அதிக விஸ்தீரணம் உள் ளவை. பஸிபிக்கடலின் விஸ்தீரணம் சுமார் ஆறேமுக்கால் கோடி சதுரமைல்; அட்லாண்டிக் கடலின் விஸ்தீரணம் சுமார் மூன்றரைக் கோடி சதுரமைல்; இந்தியக் கடலின் விஸ்தீரணம் சுமார் இரண்டு கோடி சதுரமைல்; கடலில் மிகவும் ஆழமான இடம் கடல் மட்டத்தின்கீழ் முப்பத் திரண்டு ஆயிரம் அடியில் இருப்பதாகக் கண்டு பிடித்திருக்கிருர்கள். கடலின் சராசரி ஆழம் ஏறக்குறைய இரண்டுமைல் என்று தெரிகிறது. ஆனல் தரைமீது மிகவும் உயரமான இடம் ஹிமால யத்தில் உள்ள கௌரீசங்கர் என்னும் மலைச்சிகரம். இதன் உயரம் இருபத்தொன்பதாயிரம் அடிதான். பூமியின் மேற் பரப்பில் தரைமீது இருப்பதுபோல கடலின்அடியிலும் மேடு பள்ளங்கள் இருக்கவேண் டுமென்று தெரிகிறது. சிற்சில இடங்களில் கட லின் அடியில் மலைகளும் தென்படுகின்றன. இவை எரி மலைகளின் விளைவாக ஏற்பட்டிருக் கவேண்டுமென்று எண்ணுகிருர்கள். மேற்பரப் பில் காணுவதுபோல அவ்வளவு அதிகமான மேடு

பள்ளங்கள் கடலின் அடியில் இருக்க முடியாது என்று ஊகிக்கின்றார்கள். ஏனெனில் காற்றைப் போல நீர் கடலின் அடியை அழிப்பதில்லை. இதனால் வெகு இடங்களில் கடலின் அடி சமதளமாக இருக்கவேண்டுமென்று தெரிகிறது.

கடலில் இரண்டுவித இயக்கங்கள் உண்டு. ஒன்று அதன் பரப்பின் மீது மட்டும் நாம் காணும் அலை இயக்கம்; அலை இயக்கத்தினால் பரப்பிலுள்ள நீர் ஓரிடமிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் செல்லாது. இதைத் தவிர கடலுக்கு வேறொரு இயக்கம் உண்டு. இது பெரும்பாலும் கடலின் கீழ் அதிக ஆழத்தில் நிகழ்வது. இதனால் நீர் இடம் விட்டு இழுத்துச் செல்லப்படுகிறது. இதற்குக்காரணம் எப்பொழுதும் கடலில் இருந்துகொண்டிருக்கும் அருவிகள். இதற்கு Oceanic Currents என்று பெயர். முதலில் இவ்வருவிகளினால் ஏற்படும் இயக்கத்தைக் கவனிப்போம். இவ்வருவிகள் கடல் நீரின் செறிவு வேற்றுமையினால் உண்டாகின்றன. செறிவு என்பது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு நீரின் நிறை ஆகும், ஒரு கன அடி தண்ணீரின் நிறை அறுபத்திரண்டரைப் பவுண்டு என்று கண்டிருக்கிறார்கள். கடல் நீரின் செறிவு இடத்துக்கு இடம் வேறுபடுவதுடன் பல்வேறு ஆழங்களிலும் வேறுபடுகிறது. இதற்குக் காரணம் அதில் கரைந்துள்ள உப்புகள். பூமி சூரியனிடமிருந்து பிரிந்து சற்றுக் குளிர்ந்தபோது மேற்படலங்களில் அடர்ந்திருந்த பலவகை உப்பு

கள் மழை நீரால் அடித்துச் செல்லப்பட்டுக் கடலில் விழுந்தன. அவற்றில் முக்கியமானவை "ஸோடியம் குளோரைடு" (Sodium Chloride), மக்னீஸியம் குளோரைடு (Magnesium-Chloride) மக்னீஸியம் ஸல்பேட் (Magnesium-sulphate) என்னும் உப்புக்கள். முதலில் சொன்ன உப்பைத்தான் நாம் ஆகாரத்துடன் உபயோகிப் பது. இதுதான் அதிகமாகவும் இருக்கிறது. நூற் றுக்கு மூன்றுவீதம் இருக்கிறது. மற்ற உப்புக்கள் சிறிதளவே இருக்கின்றன. இவ்வுப்புக்கள் கரைந்த விகிதத்தை ஒட்டிக் கடல் நீரின் செறிவு இடத் துக்கு இடம் வேறுபடுகிறது. மற்றும் நீரைக் காய்ச்சினுல் அது ஆவியாக மாறுவதை நாம் அறி வோம். இதைப் போலச் சூரிய வெப்பத்தினுல் கடல் நீர் ஆவியாக மாறுகிறது. சூரிய கிரணங்கள் அதிகமாக விழும் இடங்கள் பூமத்திய ரேகைக்கு அருகிலுள்ள இடங்கள்தான். எனவே அவ்விடங் களில் அதிக நீர் ஆவியாக மாறுகிறது. இதனுல் அங்குள்ள உப்புகளின் அளவு மற்ற இடங்களில் இருப்பதைவிட அதிகரித்து விடுகிறது. இதன் விளைவாக அங்குள்ள நீரின் செறிவும் உயர்ந்து விடு கிறது. செறிவு வேற்றுமை உண்டாவதற்கு மற் ருெரு காரணமும் உண்டு. பூமியின் மேற்பகுதி யில் சூட்டுநிலை இடத்துக்கிடம் வேறுபடுவதை நாமறிவோம். துருவப்பிரதேசங்களில் சூடு குறை வாக இருக்கும். மத்திய ரேகைப் பிரதேசங்களில் சூடு அதிகமாக இருக்கும். இதைப்போலக் கடலின்

வெவ்வேறு பாகங்கள் வெவ்வேறு சூட்டு நிலைகளில் இருக்கின்றன. நீரைக் காய்ச்சும்போது அதன் செறிவு குறைந்துவிடும். ஆகவே சூடு குறைவாயுள்ள இடங்களில் கடல் நீரின் செறிவு அதிகமாகவும், சூடு அதிகமாயுள்ள இடங்களில் கடல் நீரின் செறிவு குறைவாகவும் இருக்கும். செறிவு மிகுந்த இடங்களுக்கும் செறிவு குறைந்த இடங்களுக்கும் இடையே அருவிகள் (Currents) உண்டாகின்றன. பூமியின் சுழற்சியும் வியாபாரக் காற்றுக்களும் (Trade-winds) இவ்வருவிகளின் வலிமையைப் பலமடங்கு பெருக்கிவிடுகின்றன. வடதுருவத்திற்கும் தென் துருவத்திற்குமாய் அமைந்த ஆயத்தை நடுவாய்க் கொண்டு பூமி தன்னைத்தானே மேற்கிலிருந்து கிழக்காகச் சுற்றி வருகின்றது. ஒரு நாளைக்கொரு சுற்றுச் சுற்றுகிறது. இதனால் துருவப் பிரதேசம் அசைவற்றிருக்க மத்தியரேகைப் பிரதேசம் மணிக்கு ஆயிரம் மைல் வீதம் சுற்றி வருகிறது. பூமியைச் சூழ்ந்து காற்று மண்டலம் ஒன்று வியாபித்திருப்பதை நாமறிவோம். மத்தியரேகைப் பிரதேசங்களில் உள்ள காற்று துருவப் பிரதேசங்களில் உள்ள காற்றைவிட அதிக வெப்பத்தைப் பெறுவதால் லேசாகி மேலெழும்புகிறது. இக் காற்று இருந்த இடத்தை நோக்கி, துருவப் பிரதேசத்துக் குளிர்ந்த காற்று வீசுகின்றது. மத்தியரேகைப் பிரதேசங்களில் மேலேறிய காற்று, துருவப் பிரதேசங்களை அடைகின்றது. இவ்வா

ரூன நிகழ்ச்சிகள் தொடர்ந்து நடைபெறுகின்றன. பூமிச் சுழற்சியினால் வடக்கே இருந்து வருகிற காற்று, வடகிழக்கிலிருந்து வருவதைப் போலாகின்றது. தெற்கே இருந்து வருங்காற்று, தென் கிழக்கிலிருந்து வருவதைப் போலாகின்றது. இவ்வாறு மத்தியரேகையை நோக்கி வீசும் காற்றுக்களை வியாபாரக் காற்றுக்கள் (Trade winds) என்று கூறுவார்கள். இக் காற்றுகளினால் கடலில் தோன்றிய அருவிகள் வலுப்பெற்று நீர் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்கு இழுத்துச் செல்லப்படுகிறது.

இப்பொழுது கடல் பரப்பில் தோன்றும் அலை இயக்கத்தின் காரணத்தைக் கவனிப்போம். ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒரு நிறை உண்டு. இந் நிறையை ஒட்டி இரண்டு பொருள்களினிடையே ஒரு கவர்ச்சிச் சக்தி ஏற்படுகிறது. பூமியின் நிறை மிகப் பெரியதாகையால் அதன்மீதுள்ள எல்லாப் பொருள்களும் பூமியால் கவரப்படுகின்றன. இக் கவர்ச்சிச் சக்தியின் விளைவாகத்தான் பூமி சுழலும் போது கடல் தலைகீழாகக் கவிழ்ந்து விடாமல் நிற்கிறது. சூரியனைச் சுற்றி எல்லாக் கிரகங்களும் ஓடிவருவதும் இதே காரணம் பற்றித்தான். பூமியைச் சூரியனும் கவருகிறது; சந்திரனும் கவருகிறது. சந்திரன்தான் பூமிக்கு மிக அண்மையில் இருக்கிறது. எனவே இதன் கவர்ச்சிதான் அதிகம். சந்திரனின் கவர்ச்சியினால் பூமியின் மேற் பரப்பில்

முன்னும் பின்னும் கடலில் இரண்டு புடைப்புக்கள் (Bulges) உண்டாகின்றன. பூமி சுழலும் போது இப் புடைப்புக்கள் இரண்டும் கடல் பரப்பு முழுவதும் பரவிச் செல்லுகின்றன. இவை செல்லும்போது பரப்பில் நீர் சில இடங்களில் உயர்ந்தும் சில இடங்களில் தாழ்ந்தும் சென்று, ஓர் அலை இயக்கம் முன்னேறிச் செல்லுகிறது. இவ்வலைகளுக்குத்தான் (Tidal waves) என்று பெயர். பௌர்ணமி, அமாவாசை நாட்களில் சூரியன் சந்திரன் பூமி மூன்றும் ஒரே நேர்கோட்டில் வருகின்றன. அப்பொழுது உண்டாகும் புடைப்புக்களின் வலிமை அதிகம். இதனுல்தான் அந்நாட்களில் கடல் பொங்குகிறதுஎன்று சொல்லுகிருேம். கடற்கரை யோரங்களில் உள்ளவர்கள் ஒவ்வொரு நாளும் கடல் ஏறி இறங்குவதைக் கவனிக்கலாம். சில இடங்களில் கடல் நெடுந்தூரம் உள்வந்து பின் வாங்குவதும் உண்டு. இவையும் புடைப்புக்களின் விளைவுகள்தான். வேருெரு காரணம் பற்றியும் கடலில் அலைகள் உண்டாகின்றன. நடுக்கடலில் தொடர்ந்து காற்றுவீசும்போதெல்லாம், உதாரணமாக வியாபாரக் காற்றுகளின் போது நீர்ப்பரப்புக்கு அதிர்ச்சி ஏற்பட்டு நீர் குவிந்து அலைகள் உற்பத்தியாகிப் பரப்பில் பரவிச் செல்லும். பூகம்பம், எரிமலை இவை ஏற்படும் போதும் கடலுக்குப் பெரிய அதிர்ச்சி உண்டாகி அலைகள் தோன்றும்.

கடலின் நீல நிறத்தின் மர்மத்தை இப்பொழுது கவனிப்போம். முதலில் கடலுக்கு ஆகாயத்தினால் நீல நிறம் உண்டானதாக நினைத்தார்கள்; அதாவது நீர்ப்பரப்பில் ஆகாயம் பிரதிபலிப்பதினால் கடல் நீருக்கு நீல நிறம் ஏற்பட்டதென்று கருதினார்கள். கடல் நீர் ஆகாயத்தைக் காட்டிலும் அதிக நீல நிறத்துடன் இருப்பதைக் கண்டு இக்காரணம் சரியல்ல என்று கைவிடப்பட்டது. ஆகாயம் கடல் இரண்டின் நீல நிறத்திற்கும் உண்மையான காரணம் ஒளிச் சிதறல் என்னுமோர் நிகழ்ச்சி என்று அறியப்பட்டது.

சூரியனின் வெண்ணொளியில் பல வேறு நிற ஒளிகள் அடங்கி இருக்கின்றன. வானவில்லைக் கவனித்தால் என்ன என்ன நிறங்கள் என்பது தெரியும். ஒளியும் ஒலியைப்போல ஓர் அலை இயக்கம். ஒலி அலைகள் பொருள்களின் மூலம் பரவிச் செல்லுகின்றன. ஒளி அலைகள் எங்கும் வியாபித்திருக்கும் விசும்பில் பரவிச் செல்லுகின்றன. ஒலி அலைகளைவிட ஒளி அலைகள் மிகவும் நுட்பமானவை. அலைகளில் அவற்றின் நீளத்துக்குத் தக்கவாறு பெரிய அலைகளும் உண்டு; சிறிய அலைகளும் உண்டு. ஒளி அலைகளின் நீளம் சாதாரணமாக ஆயிரங்கோடியிலொருபங்கு அங்குலம் இருக்கும். ஒவ்வொரு நிறத்துக்குண்டான ஒளி அலைகளின் நீளம் ஒவ்வொரு விதமாக இருக்கும். சிவப்பு நிற ஒளி அலைகள்தான் மற்ற நிற ஒளி அலைகளை

விட அதிக நீளமானவை. இதைப்போல ஊதா ஒளி அலைகள்தான் மற்ற நிற ஒளிகளைவிட நீளம் குறுகிய அலைகள். சூரியனது ஒளி கடல் பரப்பின் மீது மட்டும் பிரதி பலித்துத் திரும்பி வரவில்லை. சிறிது தூரம் உட்சென்றுதான் வெளிவருகிறது. இவ்வாறு உட்செல்லும் ஒளியின் பகுதி இடத்துக் கிடம் வேறுபடும். சூரிய கிரணங்கள் செங்குத் தாய் விழும் இடங்களும் உண்டு; சாய்வாய் விழும் இடங்களும் உண்டு. உட்சென்று வெளிவரும் போது சூரியனது ஒளி, சில நிறங்களை இழந்து விடுகின்றன. உட்சென்ற ஒளி நீர்த்துளிகளைத் தாக்கும்போது ஒளிச்சிதறல் உண்டாகிறது. பல நிற ஒளிகள் அவற்றின் அலை நீளங்களுக்குத் தகுந்தாற்போலச் சிதற அடிக்கப்படுகின்றன. இச் சிதறலினுல் நீல நிறம் நீங்கலாக மற்றநிற ஒளிக ளெல்லாம் கடலை விட்டு வெளிப்படுவதில்லை. எனவே நமக்குக் கடல் நீல நிறமாகத் தோன்று கிறது. இதைப்போலவே பவனத்தைத் தாண்டி வரும்போது சூரியனது ஒளியில் நீல நிற ஒளி நீங்கலாக மற்ற நிற ஒளிகள் சிதறப்படுவதால் ஆகாயமும் நீல நிறமாகத் தோன்றுகிறது.

---

8. மலை

இயற்கைச் செல்வம் மிகுந்த இடம் மலை. அழகும் செல்வமும் ஒருங்கே அமைந்த இடம் அதுவே. உலகிலுள்ள பெரிய மலைத்தொடர் நம் நாட்டில்தான் இருக்கிறது. ஹிமயமலையைப் பெற்றதனால் நமக்கு ஏற்பட்ட இயற்கைச் செல்வத்தைக் கண்டுதான் பலர் பொறாமைகொண்டு முன்னாளில் நம் நாட்டின் மீது படையெடுத்து வந்திருக்கிறார்கள். ஆறுகள், காடுகள், மிருகங்கள், பக்ஷிகள் எல்லாம் மலைகளில்தான் உள்ளன. நமக்கு வேண்டிய எல்லா உலோகப் பொருள்களும் மலைகளில் தான் வெட்டி யெடுக்கப்படுகின்றன. சீதோஷ்ண நிலையைப் பாதுகாப்பவைகளும் மலைகளே. அவை சில நாடுகளில் அன்னியர்கள் படையெடுத்து வராமல் அரணாகவும் இருந்து வருகின்றன. எனவே மலைகளினால் நாம் அடையும் நன்மைகள் அனேகம். இக் கட்டுரையில் அவை எவ்வாறு உண்டாயின. அவற்றின் தன்மை யாது, அவற்றுக்கு அழிவு உண்டா, இவைபோன்ற கேள்விகளுக்கு விஞ்ஞானம் அளிக்கும் பதிலைப் பார்ப்போம்.

வட அமெரிக்கா, தென் அமெரிக்கா, ஆப்ரிக்கா, ஆசியா, ஐரோப்பா முதலிய எல்லாப் பாகங்களிலும் மலைத்தொடர்கள் இருக்கின்றன. வட அமெரிக்கா தென் அமெரிக்காவில் பஸிபிக் கடலை நோக்கி, தெற்கு வடக்காக இருக்கும் மலைத்

தொடர்தான் அதிக நீளமானது; ஆசியாவிலுள்ள மலைத் தொடர் அதிக உயரமானது. ஹிமயமலையின் மிக உயர்ந்த பாகமான 'எவரெஸ்ட்' (Everest) என்னும் சிகரம் கடல் மட்டத்திலிருந்து சுமார் இருபத்தொன்பதாயிரம் அடி உயரத்தில் இருக்கிறது. நடுக் கடலின் சிற்சில இடங்களில் மலைகள் மூழ்கி இருப்பதும் தெரிய வந்தது. இம் மலைத்தொடர்களெல்லாம் பூமியின் மேற்பரப்புக்கு ஏற்பட்ட சுருக்கங்கள் என்று கருதுகிறார்கள். வயதான ஒருவருக்கு முகத்தில் தோல் சுருங்கி மேடு பள்ளங்கள் உண்டாவதுபோல் பூமிக்கு ஏற்பட்ட சுருக்கங்கள்தான் இம்மலைத் தொடர்கள் என்று கூறுகிறார்கள். இச் சுருக்கங்கள் ஏற்பட்ட விதத்தைப்பற்றி விஞ்ஞானிகளிடையே பல சித்தாந்தங்கள் இருக்கின்றன. அவற்றில் சிலவற்றைப் பார்ப்போம்.

பூமியின் கீழ் சுமார் ஐம்பது மைல் ஆழத்தில் பொருள் திரவ நிலையில் இருப்பதும், அத்துடன் அது அதிக சூட்டில் இருப்பதும் தெரிய வந்தன. பூமியின் விட்டம் எண்ணுயிரம் மைல்; எனவே திரவ நிலையில் இருக்கும் உட்பகுதியின் விட்டம் ஏழாயிரத்துத் தொள்ளாயிரம் மைல். இதிலிருந்து மேலோட்டின் ஆழம் உட்பகுதியை நோக்க மிக மிகக்குறைவு என்பது தெரியவரும். இம்மேலோடு முழுவதும் பொருள் ஒரே சீராக அமைந்திருக்கவில்லை. மேற்பரப்பின் கீழ் இரண்டு

மைல் ஆழம் வரை 'ஸெடிமெண்டரி' (Sedimentary) பாறைகளும், அவற்றின் கீழ் 'இக்னீயஸ்' (Igneous) பாறைகளும் இருக்கின்றன. இவற்றுக்கு அடியில் தான் திரவப் பொருள் இருக்கிறது. பூமியின் மேற்பரப்பு கோடிக்கணக்கான வருஷங்களாக இப்பொழுது இருக்கும் சூட்டு நிலையில் இருக்க வேண்டுமென்று நினைக்கப் போதிய சான்றுகள் இருக்கின்றன. ஆனால் உட்பகுதியின் சூடு மிகவும் மெதுவாகக் குறைந்து கொண்டு வருகிறது. ஒவ்வொரு பொருளும் சூடு உயர்ந்தால் விரியும் என்றும், சூடு குறைந்தால் சுருங்கும் என்றும் அனைவரும் அறிந்த விஷயமே. பூமியின் மேற்பரப்பு எப்பொழுதும் ஒரே சூட்டு நிலையில் இருப்பதால் அதன் பரப்பு எப்பொழுதும் ஒரே அளவினதாக இருந்து கொண்டுவருகிறது. உட்பகுதியின் சூடு மிக மெதுவாகக் குறைந்த போதிலும் அது சுருங்கி வருகிறது. சுருக்கமும் மிகக் குறைவுதான். சுமார் ஒரு டிகிரி அளவு சூடு குறைந்தால் பூமியின் விட்டத்தில் நூறு கஜம்தான் குறைவு ஏற்படும். இவ்வாறு காலப்போக்கில் உட்பகுதியின் விட்டம் குறையும்போது, அதை மூடிக்கொண்டிருக்கும் மேலோடும் அத்துடன் சுருங்குவதால் அதில் மடிப்புக்கள் உண்டாக வேண்டும். இம் மடிப்புக்களால் ஏற்பட்ட மேடுகள் தான் மலைகள் என்று ஒரு சித்தாந்தம் கூறுகிறது.

திரவங்களில் சூடு பரவும் விதத்தை ஒட்டி மலைகள் உற்பத்திக்குக் காரணம் கூறுகிறது மற்

றொரு சித்தாந்தம். வீடுகளில் நாம் சாதாரண மாகத் தண்ணீரை உலோக பாத்திரங்களில்தான் கொதிக்க வைக்கிறோம். அதனால் உள்ளே நடை பெறுவதை நாம் எளிதாய்ப் பார்க்க முடியவில்லை. ஒரு கண்ணாடிப் பாத்திரத்தில் தண்ணீரைக் கொதிக்க விட்டால் அது சூடேறும் விதத்தை நன்றாகக் கவனிக்கலாம். தண்ணீரில் சிறிது சாயத் தூளைக் கலந்து காய்ச்சினால் சாயத்தூள் ஓயாமல் மேலேறி, கீழறங்கிக் கொண்டிருப்பதைப் பார்க் கலாம். இதன் காரணத்தைச் சுலபமாக அறியலாம். பாத்திரத்தின் அடியில் உள்ள தண்ணீர் முதலில் சூடேறுகிறது. இதனால் அது விரிந்து லேசாகி மேலேறுகிறது. இந்தத் தண்ணீர் இருந்த இடத்தை நிரப்புவதற்காக மேற்பரப்புக்கு அருகிலுள்ள குளிர்ந்ததண்ணீர் தனது கனத்தினாலே கீழ் நோக்கி இறங்குகிறது. இந்நிகழ்ச்சி தொடர்ந்து உண்டாகிறது. எனவே தண்ணீரில் மேல் நோக்கிச் செல்லும் அருவிகளும் கீழ்நோக்கி வரும் அருவிக ளும் உண்டாகின்றன. இவ்வருவிகள் தான் சாயத் தூளை மேல் நோக்கியும் கீழ் நோக்கியும் ஓடச் செய்கின்றன. சூட்டு வேற்றுமையினால் தண்ணீ ரில் ஏற்பட்ட இவ்வருவிகளுக்கு விரவல் அருவிகள் (Convection currents) என்று பெயர். ஐம்புது மைல் ஆழத்திலிருந்து பூமியின் கீழே திரவப் பொருள் இருப்பதை முன்பு கூறினோம். இத்திர வப் பொருளின் சூடு பலவேறு ஆழங்களில் பல வாறாக இருப்பதினால் தண்ணீரில் நாம் பார்த்த

அருவிகள் போல இப்பொருளிலும் 'விரவல் அருவிகள்' ஏற்படுகின்றன என்றும், அவை மேனோக்கி வந்தபோது மேலோட்டின் சிற்சில இடங்களில் மேடுகளை உண்டாக்கின என்றும் இச்சித்தாந்தம் கூறுகிறது.

சில மலைகள் எரிமலைகளினால் உண்டாகின்றன. எரிமலைகள் கக்கும் போது பூமியினடியில் இருக்கும் பொருள்கள் அவற்றின் கிடாரத்தினின்று (Crater) வீசப்படும். வீசப்படும் கற்கள், தவிடு பொடிகள் முதலியன மலைகளாகக் குவிகின்றன. இவ்வாறு உண்டான மலைகளில் 'ஸஷ்டா' (Shasta) என்னும் மலை பிரசித்தமானது. 'ஆல்ப்ஸ்', ஹிமயமலை முதலிய பெரிய மலைத் தொடர்களின் உற்பத்திக்கு 'எரிமலைகள்' காரணம் என்று சொல்வதற்கில்லை. பெரிய மலைத் தொடர்களின் உற்பத்திக்குச் சமீபத்தில் 'வெகினர்' (Wegener) என்னும் விஞ்ஞானி ஒரு புதிய சித்தாந்தத்தை வெளியிட்டார். இதற்கு 'நகரும் கண்டங்கள் சித்தாந்தம்' (Theory of floating continents) என்று பெயர். அமெரிக்கா, ஆசியா முதலிய கண்டங்கள் 'ஸெடிமெண்டரி' பாறைகளினால் ஆக்கப்பட்டு, 'கிரானைட்' பாறைகளின்மீது நிற்கின்றன. இவை இரண்டும் பூமியின்டியில் இருக்கும் திரவப் பொருளில் (Basalt) தண்ணீரில் கட்டை மிதப்பதுபோல, மிதக்கவேண்டும் என்று இவர் கூறுகிறார். இவ்வாறு மிதப்பதனால் காலப்

போக்கில் அவை நகர்ந்து போகவேண்டும். நகர்ந்த போது மேற்பரப்புக்கு ஏற்பட்ட சுருக்கங்கள் தான் பெரிய மலைத்தொடர்கள் என்று இவர் கூறுகிறார். ஏதேனும் ஒரு பொருள் தண்ணீரில் மிதக்கும்போது தண்ணீருக்கு வெளியே தெரியும் அதன் உயரத்தைச் சுலபமாகக் கணக்கிட்டுவிடலாம். இதற்கு மிதக்கும் பொருளின் செறிவு தெரியவேண்டும். பூமியின் மேற்படலங்கள் பூமியினடியிலுள்ள திரவப் பொருளில் மிதப்பதினால் மிதக்கும் உயரத்தை மேற்சொன்ன கணக்கினால் காணலாம். "கிரானைட்" பாறைகளின் செறிவு தண்ணீரின் செறிவைக் காட்டிலும் இரண்டரை மடங்கு அதிகமானது. பூமியினடியிலுள்ள திரவப் பொருளின் செறிவு தண்ணீரின் செறிவைக் காட்டிலும் மூன்று மடங்கு அதிகமானது. உலகிலுள்ள கடல்களின் சராசரி ஆழம் இரண்டரை மைல். இவ்விவரங்களை வைத்துக்கொண்டு இருபது மைல் ஆழம் 'கிரானைட்' பாறையுள்ள கண்டம் கடல் மட்டத்திற்கு மேல் சுமார் இரண்டாயிரம் அடி உயரம் இருக்கவேண்டுமென்று காட்டலாம். இம்முடிவு சரியாய் இருப்பது சோதனையினால் தெரிய வந்தது. எனவே 'வெகினர்' கூறுவது உண்மையாக இருக்கலாம் என்று நினைக்கிறார்கள்.

மலைகளுக்கு எதிரிகள் தண்ணீரும் காற்றும். இவை இரண்டும் ஓயாமல் மலைகளை அரித்துக் கொண்டே இருக்கின்றன. எறும்பு ஊறிக் கல்

தேய்வதைவிடச் சற்றுத் துரிதமாகவே நடைபெறு கிறது இங்கிலாந்தில். மலைப்பிரதேசங்களில்தான் அதிக மழை பெய்கிறது. அவற்றின் மிருதுவான பாகங்களை மழை சுலபமாக இழுத்துச் செல்லு கிறது. மழை நீர் ஆறுகளாக ஓடிவரும்போது தான் மலைகளுக்கு உபத்திரவம் அதிகம். ஆறு களில் ஓடும் தண்ணீரைக் காட்டிலும் அது தள் ளிக் கொண்டு வரும் கற்கள், மணல் முதலியவை தான் மலைகளை உடைத்து நொறுக்குகின்றன. ஆறுகள் தள்ளிக்கொண்டு வரும் பொருளின் அளவை ஓர் உதாரணத்தைக்கொண்டு ஊகிக் கலாம். 'மிஸிஸிபி' (Mississippi) என்னும் ஆற் றின் மூலம் 'மெக்ஸிகோ' கடலில் (Gulf of Mexico) ஒவ்வொரு நிமிஷமும் பத்து லக்ஷம் டன் அளவு தண்ணீர் விழுவதாகவும், இத்துடன் விழும் வண்டல் மண்ணின் அளவு ஆயிரம் டன் என்றும், நீரில் கரைந்து விழும் பொருள்களின் அளவு இருநூறு டன் என்றும் கணக்கெடுத்திருக் கிறார்கள். இம்மாதிரி ஒவ்வொரு ஆறும் வண்டல் மண், பாறைகள் முதலியவற்றை இழுத்துச் செல் கின்றன. மேட்டிலிருந்து பள்ளத்திற்கு ஆறுகள் விழுமிடங்களில்தான் மலைகளுக்குச் சேதம் அதி கம் உண்டாகிறது. சில சமயம் மலைகளிலுள்ள வெடிப்புக்களில் தண்ணீர் புகுந்து குளிர்ச்சியினால் உறைந்து விடுவதுண்டு. இவ்வாறு தண்ணீர் உறைந்து பனிக்கட்டியாகும்போது அதன் பருமை அதிகரிக்கிறது. நூற்றுக்கு ஒன்பது வீதம் அதன்

பருமை அதிகரிக்கிறது. இந்த அகற்சியினால் மிகப் பெரிய சக்தி உண்டாகி, மலைகள் பிளந்து, நொறுங்கிவிடுகின்றன. குளிர்ந்த நாடுகளில் வீடுகளுக்குத் தண்ணீர் கொண்டுவர உபயோகப்படும் இருப்புக் குழாயினுள்ளே இருக்கும் தண்ணீர் மாரிக் காலத்தில் உறைந்து குழாய்கள் வெடிப்பதும் இதே காரணம் பற்றித்தான். சில இடங்களில் காற்றிலுள்ள ரசாயனப் பொருள்கள் மழை நீரில் கரைந்து மலைகளை அழிப்பதுமுண்டு. பாலை வனங்களுக்கு அருகே உள்ள மலைகளுக்குக் காற்றினால்தான் அழிவு அதிகம். காற்று அடித்து வரும் மணல்தான் மலைகளை ரம்பம் போல அறுக்கின்றது. அங்குள்ள மலைகள் பகலில் அதிக உஷ்ணத்திற்கும் இரவில் அதிக குளிர்ச்சிக்கும் உள்ளாகின்றன. இச்சூட்டு வேறுபாட்டினால் விரிந்து சுருங்கும் போது மலைகள் உடைந்துவிடுகின்றன. இவ்வாறு உண்டான பிளவுகளைக் காற்றுடன் வரும் மணல் தாக்கும்போது அவை அகன்று மலைகள் நொறுங்கி விடுவதும் உண்டு. கடவுள் சிருஷ்டியில் எல்லாப் பொருள்களுக்கும் அழிவு உண்டு. நாம் சீக்கிரத்தில் விருத்தாப்பியத்தை அடைந்துவிடுகிறோம். ஆனால் மலைகள் மிக மிக மெதுவாக விருத்தாப்பியத்தை அடைந்து வருகின்றன. இதுதான் வித்தியாசம்.

9. கற்பக விருக்ஷம்

தேவலோகத்தில் கற்பக விருக்ஷம் என்று ஒரு மரம் உண்டு; அதன் அடியில் உட்கார்ந்து கொண்டு எதை விரும்பினாலும் அது கொடுக்கும் என்று ஒரு கதை சொல்லுவார்கள். இதன் உண்மையைப்பற்றி நாம் ஒன்றும் சொல்லுவதற்கில்லை. ஆனால் பூலோகத்தில் உள்ள ஒவ்வொரு மரமும் கற்பக விருக்ஷம்தான் என்று சொல்லிவிடலாம். ஏனெனில் விஞ்ஞானத்தின் துணை கொண்டு மரங்களிலிருந்து அனேக விதமான பொருள்களைத் தயார்செய்து வருகின்றார்கள். சாதாரணமாகப் பல வகைகளில் நமக்கு நேரிடையாகப் பயன்படும் சிற்சில மரங்களை மட்டிலும் கற்பக விருக்ஷங்களை என்று கூறிவருகிறோம். தமிழ் நாட்டில் தென்னை மரத்தையும் வாழை மரத்தையும் கற்பக விருக்ஷங்கள் என்று கூறுவார்கள். தென்னஞ்சோலைகளும் வாழைத்தோட்டங்களும் இல்லாத கிராமத்தைத் தமிழ் நாட்டில் காணமுடியாது. வாழை மரங்களாலும் தென்னந்தோரணங்களினாலும் அலங்கரிக்கப்படாத கலியாணப் பந்தல்களைப் பார்க்க முடியாது. அவற்றின் மற்ற உபயோகங்களைப் பற்றிச் சொல்ல வேண்டியதில்லை. தெலுங்கு நாட்டில் புளியமரத்தைக் கற்பக விருக்ஷமாகப் போற்றுவார்கள். ஒவ்வொரு தெலுங்கர் வீட்டுக் கொல்லையிலும் புளிய மரம் இருக்கும். இதன் இலைகள்,

துளிர்கள், காய்கள், பழங்கள் எல்லாம் இவர்களுக்கு ஆகாரப் பொருள்கள். மலையாளிகளுக்கு நேந்திரம் வாழைமரமும் பலா மரமும் கற்பக விருக்ஷங்கள். பொதுவாக மனித வாழ்க்கைக்குப் பல மரங்கள் பயன் படுவதை எளிதாக அறியலாம். சிலமரங்கள் காய்கனிகளைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. வேப்பமரம், புன்னைமரம், இலுப்பைமரம் போன்றவை எண்ணெய் வித்துக்களைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. ரப்பர் மரத்தைப் போன்றவை பிசுக்குப் பொருள்களைக் கொடுத்து உதவுகின்றன. ஒன்றுமில்லாவிட்டாலும் அடுப்பு விறகுக்காவது உபயோகப்படுகின்றன.

மரங்கள் நிறைந்த காடுகள் அந்நாட்டின் மூலதனம். இத்துடன் இயற்கையில் எழில் மிகுந்த இடம்; அமைதி சதா குடிகொண்டிருக்கும் இடம். இதன் பொருட்டுத்தான் நம் முன்னோர்களாகிய முனிவர்கள் காடுகளுக்குச் சென்று தவம் செய்தார்கள் போலிருக்கிறது! காடுகள் மலைச்சரிவுகளிலும் உண்டு; சம வெளிகளிலும் உண்டு. காடுகள் நமக்குச் செய்யும் பேருதவிகளில் ஒன்று, அவை நீர் நிலைகளைக் கட்டுப்படுத்துவது. அவை மலைகளில் மழை பெய்யும்போது நீரைச் சேதமாக்காமல் பாதுகாக்கின்றன; கீழிறங்கும் மழைநீரின் வேகத்தைக் கிளைகளினாலும் இலைகளினாலும் குறைத்து, பூமியில் விழச் செய்கின்றன. பூமி சீக்கிரத்தில் அதை உறிஞ்சும்படி செய்வது அவற்றின்

வேர்கள். பூமியினடியில் வெகுதூரம்வரை வேர்கள் பரவி இருப்பதினுல் மழை நீர் சிறிதும் சேதமாகாமல் பூமியினடிக்குச் சென்று, அங்கே பல அருவிகள் ஏற்பட்டு, அவை ஒன்றுசேர்ந்து ஆறுகள் உற்பத்தியாகி, நீர் சீராகச் சமவெளிக்கு ஓடிவருகிறது. காடுகள் இல்லாவிட்டால் மழையினுல் அடிக்கடி வெள்ளம் ஏற்படுவதுடன் மலைச்சரிவிலுள்ள மண் முழுவதும் அடித்துச் செல்லப்படும். பாறைகள் தான் மிஞ்சும். மாரிக்காலத்தில் நீர் முழுவதும் பனிக்கட்டியாக உறைவதைத் தடுப்பது காடுகள் தான். உறைந்தபனிக்கட்டியைக் கோடைக் காலத்தில் சீராக உருகச் செய்வதும் காடுகள் தான். எனவே கங்கை, யமுனை, காவேரி போன்ற ஜீவ நதிகள் இருப்பதற்கு முக்கிய காரணம் காடுகள் என்று அறியலாம்.

காட்டு மரங்களை மூன்று வகைகளாகப் பிரித்துக்கொள்வார்கள். தென்னை, பனை முதலியவை ஒருவகை; ஊசிபோல் கூரிய இலைகள் கொண்ட மரங்கள் மற்ருெரு வகை. இதற்கு மேனுட்டார்கள் (Pine) என்று கூறும் தேவதாரு மரத்தை உதாரணமாகக் கூறலாம். இலைகள் அகலமாயுள்ள செம்மரம், பலாமரம், தேக்கமரம் முதலிய மரங்கள் மூன்ருவது வகை. மூங்கில் மரத்தை ராக்ஷஸப் புல் வகை என்றுகொண்டு அதை மர வகைகளினின்றும் நீக்கிவிடுவார்கள். இரண்டாவது வகை மரங்களை அதாவது கூரிய இலைகள்

கொண்டவற்றை மிருதுவான மரங்கள் (Soft wood) என்றும் அகன்ற இலைகளை உடைய மூன்ருவது வகை மரங்களை (Hard wood) கடின மரங்கள் என்றும் கூறுவார்கள். முன்னே கூறிய மரங்களைவிட இவை உரம் மிகுந்த மரங்கள். இரண்டாவது வகை மரங்கள் மூன்ருவது வகை மரங்களை விட அதிக உயரம் வளரும். மற்றும் அவற்றின் உச்சி குறுகி, கூர்மையாக இருக்கும். ஆனால் மூன்ருவது வகை மரங்களின் உச்சி பம்பையிட்டுப் படர்ந்து இருக்கும்.

மரங்கள் வளருவதற்கு வேண்டிய சத்தை அவற்றின் வேர்களும் இலைகளும் தேடிக் கொடுக்கின்றன. பூமியினுள் இருக்கும் உப்புகள், தண்ணீர் இவற்றை வேர்கள் கிரகிக்கின்றன. காற்றிலுள்ள கரியமில வாயுவை இலைகள் கிரகிக்கின்றன. இவை இரண்டும் நிகழ்வதற்குச் சூரிய வெளிச்சம்தான் காரணம். நாம் சுவாசிப்பது போல மரங்களும் அவற்றின் இலைகளின் மூலம் சுவாசிக்கின்றன. இலைகள் கரியமில வாயுவிலுள்ள கரியைமட்டும் கிரகித்துக்கொண்டு பிராணவாயுவை வெளியிடுகின்றன. வேர்கள் கிரகித்த சத்து மரத்தின் அடியிலிருந்து மேலேறி, எல்லா இடங்களுக்கும் பரவுகிறது. சத்துடன் கிடைத்த தண்ணீரை இலைகள் காற்றில் வெளியிடுகின்றன. மரங்களின் மேலுள்ள பட்டைகளை அடுத்து இருக்கும் பகுதிதான் வேர்கள் பெற்ற சத்தை மேலேற்றுகிறது. இப்பகு

தியைச் சாறுள்ள மரம் (Sapwood) என்று சொல்லுவார்கள். இதற்கும் அடியில் உள்ள பகுதி நெட்டியைப்போல உயிரற்று இருக்கிறது. இதற்கு மையமரம் (Heart wood) என்று பெயர். மரத்தின் நடுவேயுள்ளது இப் பகுதிதான். மையப் பகுதி சாறுள்ள பகுதியைவிட நிறத்தில் சற்றே கறுப்பாய் இருக்கும். மர வளர்ச்சியில் மைய மரத்திற்கு ஒரு பங்கும் கிடையாது. சாறுள்ள பகுதிக்குத்தான் இவ்வேலை. மையப் பகுதிக்கு மரவளர்ச்சியில் சிறிதும் பங்கு இல்லாமல் இருப்பதைச் சுலபமாக நிரூபிக்கலாம். இதற்கு மரத்தைக் குறுக்கே அறுத்து, சிவப்பு மையை உட்செலுத்தி, மறுபடியும் மரத்தை வளரவிடவேண்டும். சிறிதுகாலம் கழித்து மரத்தை வெட்டிப் பார்த்தால் சாறுள்ள பகுதி வழியாகவே சிவப்பு மை மேலேறி, இலைகளுக்குப் பரவி இருப்பதையும் மையப் பகுதியில் சிறிதும் சிவப்பு நிறம் இல்லாமலிருப்பதையும் காணலாம். சாறுள்ள பகுதியில் உள்ள கண்ணறைகள் வழியாகத்தான் சத்து அடியிலிருந்து மேலே செல்லுகிறது. நம் உடம்பின் பல பாகங்களுக்கு இரத்தத்தைக் கொண்டுபோவதற்குப் பெருங் குழாய்கள், சிறு குழாய்கள் வேலை செய்வதுபோல, மரத்தில் இக் கண்ணறை அமைப்பு வேலை செய்கிறது. மரங்கள் வளரும்போது மரங்களின் குறுக்களவும் அதிகரித்துக்கொண்டு வரும். மையப் பகுதியைச் சூழ்ந்துள்ள சாறுள்ள பகுதி அடுக்கு அடுக்காக

வளர்ந்துகொண்டு வரும். வருஷத்திற்கு ஒரு அடுக்கு வீதம் அதிகரித்துக்கொண்டு போகும். மரத்தை குறுக்கே வெட்டிப் பார்த்து, இவ்வாறு பிரதி வருஷமும் அதிகரித்துக்கொண்டு வரும் அடுக்குகள் வளையங்களாகத் தோன்றுவதைக் காணலாம். காலப்போக்கில் சாறுள்ள பகுதி உயிரற்ற மையப் பகுதியாக மாறிக்கொண்டும் வருகிறது. இவ்வாருக மரத்தில் பட்டைகள், சாறுள்ள பகுதி, மையப் பகுதி என்றவை வெவ்வேறு குணங்களுடன் இருப்பதினுல் உலோகங்களைப்போல மரம் முழுவதும் ஒரே தன்மை கொண்டிருப்பதில்லை. இனி, மரத்தின் உபயோகங்களைப்பற்றிச் சிறிது கூறுவோம்.

எல்லா நாடுகளிலும் வெகுகாலமாக வீடுகள் கட்டுவதற்கும் மேஜை, நாற்காலி போன்ற சாமான்கள் செய்வதற்கும் மரம் உபயோகப்பட்டு வருகிறது. நாளுக்கு நாள் இது போன்ற காரியங்கள் அதிகரித்துக் கொண்டு வருகின்றன. நீராவி என்ஜின் ஏற்பட்டதிலிருந்து உலகெங்கும் ஏராளமாக இருப்புப்பாதைகள் போடப்பட்டு வருகின்றன. இருப்புப்பாதைகள் போடுவதற்கு மரம் அவசியம். பாதைகளுக்கு அடியில் உள்ள மரக்கட்டைகளை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இதற்காகப் பிரதி வருஷமும் கோடிக் கணக்கான கட்டைகள் செலவாகி வருகின்றன. இதைப் போலத் தபால் இலாகாவில் கோடிக்கணக்கான தந்தி மரங்கள் செலவாகின்றன. பல இடங்களில்

மின்சார சக்தியைக் கொண்டு போகும் கம்பிகளைத் தாங்குவதற்கு மரங்களே உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. மரம் கெடாமல் இருப்பதற்காக உபயோகிப்பதற்குமுன் அதற்குச் சில இரசாயனப் பொருள்களை ஏற்றுவார்கள். பிளைவுட் (Plywood) என்ற ஒருவகைப் பலகைகளைக் கொண்டு மரச் சாமான்கள் செய்வதைப் பலர் கவனித்திருக்கலாம். பிளைவுட் என்பது ஒரு ஜாதி மரம் என்று நினைக்க வேண்டாம். பல மரப்பலகையின் சேர்க்கைதான் பிளைவுட் எனப்படுவது. மரத்தின் உரம் சில வாட்டங்களில்தான் அதிகமாயிருக்கும். அதன் உள்ளே மணிகள் (Grains) தொடர்ந்து போகும் வாட்டத்தைப் பொறுத்து மரத்தின் உரம் பல திசைகளில் வேறுபடும். மரத்தைத் தக்க வாட்டங்களில் மெல்லிய பலகைகளாக அறுத்துக் கொண்டு பிசினால் அவற்றை ஒட்டிக் கொள்ளுவார்கள். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட பலகைகள் சாதாரண பலகைகளைக் காட்டிலும் அதிக பளுவைத் தாங்குவதுடன் கெடாமல் நெடுநாள்வரை இருக்கும். இத்தகைய பலகைகளை முதலில் கண்டு பிடித்தவர்கள் எஜிப்த் தேசத்தவர்கள்தான். ஒட்டுவதற்குச் சமீப காலம்வரை மாமிசப்பசை அல்லது மீன் கொழுப்பை உபயோகித்து வந்தார்கள். தற்காலம் செயற்கையாகத் தயாரித்த பிசினையே (Resin) உபயோகித்து வருகின்றார்கள். இன்னும் ஒரு படி முன்னேறிவிட்டார்கள். மரத்தினுள் செயற்கைப் பிசினைச் செலுத்திச் சுடவைத்து, அதி

விருந்து எஃகுத் தகடுகளுக்குச் சமமான மரப் பல கைகளைத் தயாரித்து வருகின்றார்கள். இத்தகைய பலகைகள்தான் ஆகாய விமானங்கள் செய்வதற்கு உபயோகப்படுகின்றன. பிசினைக்கொண்டு பலகைகளை ஒன்றோடொன்று ஒட்ட வைப்பதற்கும், பிசினை உட்செலுத்தி மரத்தைச் சுடவைப்பதற்கும் வேண்டிய வெப்பத்தை ரேடியோ அலைகளைக் கொண்டு பெறுகிறார்கள். அயல்நாடுகளுக்குச் சமாசாரம் கொண்டுபோவதற்கு மட்டும்தான் ரேடியோ அலைகள் உபயோகப்படுவதாக நினைக்கவேண்டாம். நீளம் குறைவான ரேடியோ அலைகளைக் கொண்டு, சிறிது நேரத்தில் குறைந்த செலவில் வேண்டுகிற வெப்பத்தைப் பெறலாம்.

மரக்கட்டைகளில் உள்ள இரசாயனப்பொருள்களில் முக்கியமானது செலுலோஸ் (Cellulose) எனப்படுவது. காகிதம் செய்வது, செயற்கைப் பட்டுத் தயாரிப்பது முதலியன எண்ணற்ற காரியங்களுக்கு வேண்டிய பொருள் இதுதான். மரத்தில் பாதி அளவுக்குமேல் இப்பொருள் இருக்கும். மற்றப் பகுதியில் தண்ணீர், மெழுகு, கொழுப்புத் தைலம் போன்ற பொருள்கள் இருக்கும். இவற்றைப் பொதுவாக லிங்னின் (Lingnin) என்று சொல்லுவார்கள். செலுலோஸைப் பெறுவதற்கு மரக்கட்டைகளைச் சிறு துண்டங்களாக நறுக்கி, காரஸோடா (Caustic Soda) என்னும் திரவத்தில் போட்டு, பெரிய இருப்புக் கொப்பரைகளில் கொதிக்கவைப்பார்கள். கொப்பரைகளை நன்றாக

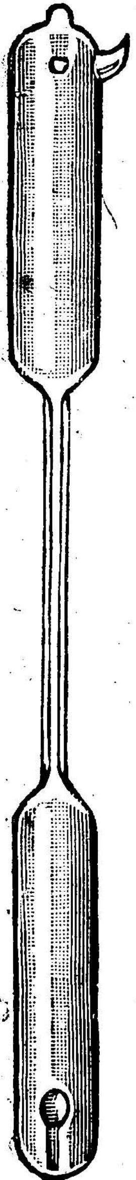
மூடிவிட்டே கொதிக்கவைப்பார்கள். அதனுல் உள்ளிருக்கும் ஆவி இறுக்கம் (Pressure) மிக உயர்ந்திருக்கும். இங்கிலேயில் ஸெலுலோஸைத் தவிர மற்றப் பொருள்களெல்லாம் காரஸோடாவால் தாக்கப்பட்டு அதில் கரைந்துவிடும். காரஸோடாவுக்குப் பதிலாக வேறு இரசாயனப் பொருள்களேயும் உபயோகிப்பார்கள். பிறகு கரையாமல் நிற்கும் ஸெலுலோஸை யந்திர சாதனத்தினுல் நன்ருக அடித்துக் கூழாகச் செய்துகொள்ளுவார்கள். சலவைச் சூரணத்தினுல் (Bleaching powder) கூழ் வெண்மையாக்கப்பட்ட பின்னர் சுத்தமான தண்ணீரில் கழுவப்படும். இவ்வாறு தயாரிக்கப்பட்ட கூழ் பல காரியங்களுக்கு உபயோகப்படுகிறது. பத்திரிகைகளுக்கு வேண்டிய (Newsprint) என்னும் காகிதம் முழுவதையும் மரக்கூழ்களிலிருந்து தான் செய்கின்ருர்கள். சில மரக்கூழ்களிலிருந்து கெட்டி அட்டைகளேச் செய்கிருர்கள். காடிகளேக் (Acids) கொண்டு கூழைச் சர்க்கரையாகவும், சர்க்கரையைச் சாராயமாகவும் மாற்றி வருகின்ருர்கள்.

சில இடங்களில் மரக்கட்டைகளிலிருந்து நேராகவும் சாராயத்தை (Methyl alcohol) எடுக்கின்ருர்கள். இதற்கு மரக்கட்டைகளிலுள்ள தண்ணீரைப் போக்குவதற்கு அவற்றை முதலில் உலரவைப்பார்கள். தண்ணீர் நன்ருகச் சுண்டுவதற்கு இரண்டு வருஷம்கூடக் கட்டைகளே உலர வைப்பார்களாம். எனினும் தண்ணீர் முழுவதும் சுண்டாது பத்து அல்லது பதினேந்து சதம் தங்கிவிடும்.

பின்னர் கட்டைகளைப் பெரிய இருப்புக் கொப்பரை களில் போடுவார்கள். ஸெலுலோஸ் எடுப்பதற்கு வேறு சில இரசாயனப் பொருள்களைச் சேர்த்தது போல, ஒன்றையும் சேர்க்காமல் கட்டைகளை மட்டும் போட்டு, கொப்பரைகளை இறுக மூடிவிட்டு, அவற்றுக்குச் சூடேற்றுவார்கள். கட்டைகளி லுள்ள நீர் முதலில் வெளிப்படும். பின்னர் சூடு ஏற, சில வாயுக்கள் கிளம்பும். அப்புறம் தார் எண்ணெய், சில திரவப் பொருள்கள் இவை எல் லாம் வெளிப்படும். வெளிவரும் பொருள்கள் எல் லாவற்றையும் தக்க குழாய்களின் மூலம் கொப் பரைகளிலிருந்து வேறு இடங்களுக்குக் கொண்டு போவார்கள். வாயுக்களைமட்டும் பிரித்து அவற் றைக் கொப்பரைகளைச் சூடேற்றுவதற்குப் பயன்படுத்திக் கொள்ளுவார்கள். தார் எண் ணெயுடன் கலந்து வெளிப்படும் திரவப் பொருளை (Pyroligneous acid) தொட்டி களில் நிரப்பி, தாரை நீக்கி விடுவார்கள். திரவத்தை மட்டும் மறுபடியும் கொதிக்கவைத்து அதில் தார் சிறிதும் இல்லாமல் சுத்தி செய்து கொள்ளுவார்கள். பின்னர் சுண்ணும்புப் பாலை (Milk of lime) அத்திரவத்துடன் கலந்து, மறுபடியும் கொதிக்க விட்டு வெளி வரும் ஆவி யைக் குளிர்வித்து, சாராயத்தைப் பெறுகிருர்கள். இச்சாராயம் பல காரியங்களுக்கு மூலப் பொரு ளாக எடுத்துக்கொள்ளப்படுகிறது. ஆஸ்பத்திரி யில் கிருமிகளை நாசம் செய்வதற்காக உபயோ

கிக்கும் Formaldehyde என்னும் பொருள் இதிலிருந்துதான் தயாராகிறது. மேலும் இச் சாராயம் சாயத் தொழில்களுக்குப் பெரிதும் உபயோகப்படுகிறது. சாராயத்தை வடித்து எடுக்கும் போது பாத்திரங்களில் தங்கி இருக்கும் பொருளிலிருந்து Acetic acid என்னும் காடியைத் தயாரிக்கின்றார்கள். இது சினிமாப் படச்சுருள், ரப்பர், பட்டு முதலியவற்றைத் தயாரிப்பதற்குப் பயன் படுகிறது. மரப்பட்டைகளிலிருந்து எண்ணெய்களையும் டானின் (Tannin) சத்தையும் தயாரிக்கிறார்கள். சந்தன எண்ணெய், டர்பன்டைன் முதலிய எண்ணெய்கள் இவற்றிலிருந்துதான் பெறப்படுகின்றன. தோலைப் பதப்படுத்துவதற்கு 'டானின்' சத்து மிகவும் பயன் படுகிறது. ஓக் (Oak) என்னும் மரத்தின் பட்டையில் உள்ள 'டானின்' சத்து தோல்களைப் பதனிடுவதற்கு மிகவும் சிறந்தது என்று கூறுகிறார்கள். இவ்வாறாக மரங்களினால் நாம் பெறும் உதவியை அளவிட முடியாது. ஏன் அவை ஒவ்வொன்றையும் நாம் கற்பகவிருக்ஷம் என்று கூறக் கூடாது?

10. நியான் தீபம்



தீப ஆராதனை நம்மிடையே தொன்று தொட்டு இருந்து வரும் வழக்கம். ஆண்டு தோறும் அண்ணாமலைக் கார்த்திகைத் தீபத்தைப் பார்க்கச் செல்லுபவர்கள் அனேகம் பேர்கள். கார்த்திகையன்று வீடுகளில் முன்புறத்தில் வரிசையாக அகல்களை ஏற்றிவைத்துத் தீபத்தை வணங்கி வருகிறோம். கோவில்களினுள்ளே என்றும் கார்த்திகைதான். பிராகாரங்களிலும், கர்ப்பக்கிரகங்களிலும் தொங்கும் சரவிளக்குகள் பிரதி தினமும் ஏற்றிவைக்கப்படும். மற்றும் பூஜை வேளைகளில் பல வடிவங்களில் விளக்குகளை ஏற்றி விக்ரகத்திற்கு ஆராதனை செய்வார்கள். இவ்வாறு நம் முன்னோர்கள் தீபத்தைத் தெய்வமாகக் கொண்டாடி வந்திருக்கிறார்கள் இதில் வியப்பு ஒன்றுமில்லை. வானவெளியின் தீபம் மறைந்ததும் சூழும் இருளைக்கண்டு பயந்து அதை அகற்றுவதற்கு வழி தெரியாமல் நெடுநாட்கள் கஷ்டப்பட்டிருக்கிறார்கள் அல்லவா? தீபத்தை ஒரு கலைச் சின்னமாகவும் கருதி வந்திருக்கிறார்கள். நம் நாட்டுச் சிற்பிகள்

உலோகங்களில் பல உருவங்களை உண்டாக்கி அவற்றின் கைகள் தீபத்தை ஏந்தியவாறு செய்வது வழக்கம். அழகிய பதுமைகள் கொண்ட குத்து விளக்குகளை இன்றும் நாம் காணலாம். நவராத்திரியில் அரண்மனைகளும் கோவில் கோபுரங்களும் விளக்குகளால் அலங்கரிக்கப்படும். நவராத்திரி சமயத்தில் மைசூர் அரண்மனையின் தோற்றத்தைக் கண்டு களிப்பதற்காகக் கூட்டம் கூட்டமாக ஜனங்கள் அங்கே செல்லுவார்களாம். தெய்விக அம்சம், கலை அம்சம், என்ற இரண்டையும் தவிர, தீபத்திற்கு மற்றொரு அம்சம் உண்டு. அதுதான் விஞ்ஞான அம்சம். அதை இனி பார்ப்போம்.

விளக்குகளுக்கு உபயோகப்படும் எண்ணெய்களில் கரியும் (Carbon) நீரகவாயுவும் (Hydrogen) இருக்கின்றன. திரியின் வழியாக எண்ணெய் மேலேறி அதன் நுனிக்கு வரும்போது அங்குள்ள வெப்பத்தின் விளைவாக இது ஆவியாக மாறுகிறது. இதில் உள்ள கரியும் நீரகமும் காற்றில் உள்ள பிராண வாயுவுடன் சேர்ந்து கரியமில வாயுவாகவும் (Carbon-di-oxide), நீராவியாகவும் மாறுகின்றன. பிராண வாயுவுடன் கரியும் நீரகமும் சேருவதைத்தான் 'எரிதல்' (Burning) நிகழ்ச்சி என்று கூறுகிறார்கள். இப் பொருள்கள் எரியும் போது வெளிப்படும் சூட்டின் விளைவாக ஒளி உண்டாகிறது. நெடுநாட்கள் வரை தாவர எண்ணெய்களையே விளக்குகளுக்கு உபயோகப் படுத்தி

வந்தார்கள். மண்ணெண்ணெய் பிரபலமானவுடன் தாவர எண்ணெய்களை உபயோகப்படுத்துவதில்லை. சில இடங்களில் பூமியினடியில் 'பெட்ரோலியம்' என்ற ஒரு வித எண்ணெய் அகப்படுவதைக் கண்டார்கள். பெட்ரோலியத்தில் கரியும் நீரகமும் வெவ்வேறு அளவுகளில் கலந்திருக்கின்றன. இவற்றுக்கு நீரகக் கரிச் சத்துகள் (Hydro carbons) என்று பெயர். இவற்றில் சில திரவ நிலையிலும் இருக்கின்றன. இவற்றை எல்லாம் தனித்தனியே பெறுவதற்குத் தெரிந்து கொண்டார்கள். பெட்ரோலியத்திலிருந்து முதன் முதலில் பெற்ற பொருள் 'கிரோஸின்'(Kerosine). இதைத்தான் மண்ணெண்ணெய் என்று நாம் கூறி வருகிறோம். மின்சார விளக்குகள் ஏற்படும்வரை மண்ணெண்ணெய் விளக்குகளே எல்லா நாடுகளிலும் பயன்பட்டு வந்தன.

மண்ணெண்ணெய் விளக்குகளில் அநேக வகை உண்டு. நாடாவுக்குப் பதிலாக மாண்டில் (Mantle) எனப்படும் வலை அமைப்பு பெட்ரோமாக்ஸ் விளக்குகளில் இருப்பதை அனைவரும் பார்த்திருக்கலாம். நாடாவுள்ள ஹரிகேன் விளக்குகளைக் காட்டிலும் மாண்டில் விளக்குகளே பன் மடங்கு பிரகாசத்துடன் எரியும். சில தாவரங்களிலிருந்து சன்ன நாரை எடுத்து அதை முதலில் வலையாகப் பின்னுகிறார்கள். பின்னர் அதைத் தோரியம் (Thorium) சிரியம் (Cerium) என்ற பொருள்களின் நைட்ரேட் உப்புகள் (Nitrate) கரைந்த நீரில் ஊறவைப்பார்

கள். ஊறிய பின்னர் வலையைக் காயவைத்து அதை உருவங்கெடாமல் எரித்து மறுபடியும் "ஸெலு லாயிடு" (Celluloid) திரவத்தில் முழுக்கி எடுக்கிறுர்கள். இவ்வாறு தயார் செய்த மாண்டிலை விளக்குகளில் மாட்டி முதலில் பற்ற வைக்கும் போது அதன் மீதுள்ள ஸெலுலாயிடு எரிந்து போய் விடும். பின்னர் மாண்டிலைக் கைதவறித் தொட்டு விட்டால் அது தூள் தூளாகக் கொட்டி விடும். விளக்கில் மாட்டும் வரை மாண்டில் வலுவுடன் இருப்பதற்காகவே அது ஸெலுலாயிடு திரவத்தில் முழுக்கி எடுக்கப் படுகிறது. தற்காலம் செயற் கைப் பட்டு (Artificial silk) இழைகளில் வலை அமைப்பைப்பின்னி முன் சொன்ன நைட்ரேட் உப்புகளில் தோய்த்து மாண்டிலைத் தயார்செய்து வருகிறுர்கள். மாண்டில் விளக்கில் மண் எண் ணெய் ஒரு சிறு துவாரத்தின் வழியாகப் பீரிட்டு வெளிவரும். அது ஆவியாக மாறி, அதில் உள்ள நீரகச் சத்துக்கள் எரிந்து மாண்டிலைத் தாக்கும். அதனுல் மாண்டில் மிகுந்த பிரகாசத் துடன் எரியும். இவ்விளக்குகளின் பிரகாசத் திற்கு மாண்டிலில் உள்ள தோரியம், சிரியம் ஆக் ஸைடுகள் தான் காரணம் என்று கூறப்படுகிறது.

மின்சார சக்தியைக்கொண்டு ஒளியைப் பெற முதன் முதலில் வழிகாட்டியவர் "டேவி" (Davy) என்ற விஞ்ஞானி. இவர் கண்டுபிடித்த விளக் குக்கு சுடர் விளக்கு (Arc lamp) என்று பெயர். சினிமா படங்கள் காண்பிப்பதற்கு இன்றும்

அநேக இடங்களில் இச்சுடர் விளக்குகளே உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. இரண்டு கரிக்குச்சிகளின் மூலம் மின்சார சக்தியைச் செலுத்தி அக்குச்சிகள் ஒன்றை ஒன்று தீண்டுமாறு செய்து பின் அவற்றைச் சற்று விலகச் செய்தால் அவற்றினின்றும் மிகப் பிரகாசமான ஒளி வெளிப்படும். மேல் நாடுகளில் மண் எண்ணெய் விளக்குகளுக்குப் பதிலாக இச்சுடர் விளக்குகளைத் தெருக்களில் உபயோகித்து வந்தார்கள். இவ்விளக்குகளில் தொல்லைகளும் உண்டு. இவை வீடுகளில் உபயோகிக்கத் தகுதியற்றவை. அதற்கு ஏற்ற விளக்கைக் கண்டு பிடித்தவர் 'எடிஸன்' (Edison) என்ற விஞ்ஞானி. இவர் ஒரு கண்ணாடிக் குமிழினுள் கரி இழை (Carbon filament) ஒன்றைப் பற்றவைத்து அதன் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தினார், கரி இழை சூடேறி ஒளியைக் கொடுத்தது. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இழை சூடேறுகிறதோ அதை ஒட்டி ஒளியின் பிரகாசமும் அதிகப்படுவதைக் கண்டார். ஆனால் கரி இழையை அதிகமான சூட்டிற்கு உயர்த்த முடியவில்லை. அவ்வாறு உயர்த்தினால் கரி ஆவியாகி, குமிழியின் பக்கங்களில் கறுப்பாகப் படிந்து வெளிச்சத்தைக் குறைத்துவிடுகிறது. கரி இழை அவ்வளவு திருப்திகரமாக இல்லாவிட்டாலும் அதை உபயோகித்த பல்புகளே சிறிது காலம் உபயோகப்பட்டு வந்தன. கரிக்குப் பதிலாக வேறொரு பொருளில் இழையைத் தயாரிக்க முயன்றார்கள். பிளாடினம் (Platinum), டான்டலம்

(Tantalum) என்ற பொருள்களில் இழையைத் தயாரித்தால் அது இக் கரியின்ழையைவிட அதிகப் பிரகாசத்துடன் ஒளியைக் கொடுப்பதைப் பார்த்தார்கள். இவை இரண்டும் அரிதாக அகப்படும் பொருள்கள். இவற்றின் விலையும் அதிகம். கரியைப் போலவே மலிவாகவும் ஆனால் அதைவிட இவ் வேலைக்குச் சிறந்ததாகவுள்ள பொருளைக் கண்டு பிடிக்க முயன்றார்கள், 'டங்ஸ்டன்' (Tungsten) என்னும் பொருளை மிக உயர்ந்த சூட்டிற்குக் காய்ச்சின போதிலும் அது ஆவியாகாமல் இருப்பதை உணர்ந்து இப்பொருளைப் பயன்படுத்த எண்ணினார்கள். ஆனால் இது கட்டியாக இல்லாமல் பொடியாகவே பூமியிலிருந்து அகப்படுகிறது. இப் பொடியைக் கட்டியாக மாற்றினால்தான் இதில் இழைகளை இழுக்கமுடியும். பொடியைக் கட்டியாக மாற்ற வழிதெரியாமல் சிறிது காலம் தவித்தார்கள். 'கூலிட்ஜ்' (Coolidge) என்ற விஞ்ஞானி இதைச் சாதித்துக் காண்பித்தார். இவ்வாறு பெற்ற இழைகளை நெருங்கிய சுருள்களாக வளைத்து, குமிழில் பற்றவைத்து, குமிழினுள்ளே இருக்கும் காற்றை வெளியேற்றி, அதற்குப் பதிலாக, "ஆர்கான்" (Argon) போன்ற ஜடவாயுக்களில் (Inert gases) ஒன்றை அடைத்தார்கள். சூடு தணியாமல் நீண்டநேரம் இருப்பதற்காகவே இழைகள் நெருங்கிய சுருள்களாக அமைக்கப்படுகின்றன, ஜட வாயுவை அடைத்ததினால் கம்பி ஆவியாக மாறுவது தடுக்கப்படுகிறது.

மின்சார விளக்குகளில் மற்ெருரு வகை விளக்குகள் சமீபத்தில் கண்டுபிடிக்கப் பட்டிருக்கின்றன. கம்பிக்குப் பதிலாகச் சில வாயுக்களின் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்திஞல் அவையும் ஒளியைத் தருகின்றன. கம்பி விளக்குகளைக் காட்டிலும் இப்புதுவகை விளக்குகளில் அனேக சௌகரியங்கள் உண்டு. இவ்விரண்டு வகை விளக்குகளும் வெவ்வேறு பௌதிக தத்துவத்தைக் கொண்டிருக்கின்றன. ஒவ்வொரு பொருளிலும் கோடிக் கணக்கான அணுக்கள் இயங்கிக் கொண்டிருப்பது அனைவரும் அறிந்த விஷயம். அணுக்கள் ஒவ்வொன்றின் உள்ளேயும் ஒரு நடு முதலைச் (Nucleus) சுற்றி மின்னுருக்கள் (Electrons) என்னும் மிக நுண்ணிய துகள்கள் ஓடிவருவது தெரிய வந்தது. கோவிலில் கர்ப்பக் கிரகத்தைச் சுற்றிப் பல பிராகாரங்கள் இருப்பதுபோல நடுமுதலைச் சுற்றிப் பல பிராகாரங்கள் இருக்கின்றன. இப்பிராகாரங்களில் மின்னுருக்கள் ஓடி வருகின்றன. ஒரு பொருளைச் சூடேற்றும்போது அதன் அணுக்களின் இயக்கம் அதிகரிக்கின்றது. அத்துடன் அணுக்களினுள் இருக்கும் மின்னுருக்களின் இயக்கமும் அதிகரிக்கின்றது. இவ்வியக்க அதிகரிப்பிஞல் ஒளி ஆற்றல் வெளிப்படுகிறது. இவ்வாறுதான் பலவித எண்ணெய் விளக்குகளிலும் மின்சார விளக்குகளிலும் ஒளி உற்பத்தி ஆகின்றது. இது ஒரு விதம். ஒரு வாயுவின் மூலம் மின்சாரத்தைச் செலுத்தும்போது வாயு

அணுக்களிலுள்ள மின்னுருக்கள் தம் பிராகாரங்களை விட்டு வெளியே தள்ளப் படுகின்றன. உடனே வெளிப் பிராகாரங்களில் உள்ள மின்னுருக்கள் காலியாக இருக்கும் உள் பிராகாரங்களுக்குத் தாவுகின்றன. இம்மாதிரி தாவுதலினாலும் ஒளி உற்பத்தி ஆகிறது.

கம்பியைபோலக் காற்று அவ்வளவு சுலபமாக மின்சாரத்தைக் கடத்திச் செல்லாது. காற்றின் இறுக்கம் (Pressure) குறைவாக இருந்தால்தான் அதன் மூலம் மின்சாரம் பாயும். ஆனாலும் மின்சாரத்தைச் செலுத்த மிகுந்த மின்னியக்கச் சக்தி (Voltage) வேண்டும். காற்று ஒரேயொரு வாயுவினால் மட்டும் அமைந்ததல்ல. அது பல வாயுக்கள் சேர்ந்த கலவை. அதில் பெரும்பாலும் வளிரம் (Nitrogen) என்னும் வாயுவே உண்டு. இது நூற்றுக்குச் சுமார் எழுபத்தெட்டுப் பங்கு இருக்கும். இத்துடன் பிராணவாயு நூற்றுக்கு இருபது பங்கு இருக்கும். சிறிதளவுக்குக் கரியமில வாயுவும் நீரகமும் இருக்கின்றன. இவ்வாறு நூற்றுக்குத் தொண்ணூற்றென்பது பங்குவரை காற்றில் உள்ள வாயுக்களின் விகிதத்தைச் சுலபமாகக் கண்டு பிடித்தார்கள். பாக்கி இருப்பது ஒரு பங்கு தானே. அது என்னவாயிருந்தால் என்ன என்று அசட்டையாய் இராமல் அதில் என்னென்ன வாயுக்கள் இருக்கின்றன என்று "ராலே (Rayleigh) "ராம்ஸே" (Ramsay) என்ற விஞ்ஞானிகள் கண்டு பிடித்தார்கள். அவற்றுக்கு ஆர்கான்

(Argon) நியான் (Neon), கிருப்டான் (Krypton) ஸீனன் (Xenon) என்று பெயர்கள். காற்றின் இறுக்கத்தை மிகக்குறைவாக வைத்துக்கொண்டு அதன் மூலம் மின்சாரத்தைப் பாய்ச்சும்போது அது கண்ணைக் கவரும்படி ஒளியை வெளியிடுகிறது. இந்த ஜ்வலிப்புக்குக் காரணம் இவ்வாயுக்கள் தான் என்று அறியப்பட்டது. அதிலும் முக்கிய மாக நியானுக்கு நிறப்பண்பு அதிகம் என்று தெரியவந்தது.

நியான் விளக்கின் அமைப்பு மிக எளிது. ஒரு கண்ணாடிக் குழாயில் சிறிதளவு நியான் வாயு அடைக்கப்பட்டிருக்கும். இதன் இறுக்கம் (Press-ute) காற்றின் இறுக்கத்தில் நூற்றில் ஒரு பங்கு இருக்கும். குழாயின் இரு முனைகளிலும் உட்புற மாக இரண்டு இரும்புக் கம்பிகள் பற்றவைக்கப் பட்டிருக்கும். ஒரு கம்பியிலிருந்து மற்றொரு கம் பிக்கு மின்சாரம் நியான் வாயுவின் மூலமாகவே பாயும். இதற்கு மின்சாரம் மூவாயிரம் முதல் நாலாயிரம் வோல்ட் (Volt) வரை மின்னியக்கச் சக்தி கொண்டிருக்க வேண்டும். நியான் மூலம் மின்சாரம் பாயும்போது அது சிவப்பு நிற ஒளியை வெளியிடுகிறது. அதன் இறுக்கம் குறைவாக இருந்தால் ஒளி ஆரஞ்சு நிறமாகமாறிவிடு கிறது. மற்ற நிற ஒளிகளைவிடச் சிவப்பு நிற ஒளி மூடுபனி, புகை, தூசி இவற்றின் மூலம் மங்காமல் பாய்ந்து செல்ல வல்லமையுடையது. எனவே சிவப்பு ஒளிதான் ஆகாயவிமான கூடங்

கள், கப்பல் துறைமுகங்கள் முதலிய இடங்களில் அபாய அறிவிப்புக்கு உபயோகப்படுகிறது. மின் சாரக் கம்பி விளக்குகளில் குமிழைச் சிவப்புக் கண் ணாடியில் செய்துவிட்டால் சுலபமாகச் சிவப்பு நிற ஒளியைப் பெற்றுவிடலாமே, நியான் விளக்கு எதற்கு என்று நினைக்கலாம். கம்பி விளக்கு வெளி யிடும் வெள்ளொளியில் சிவப்பு நிறம் நீங்கலாக மற்றப் பகுதிகள் கண்ணாடிக் குமிழ் சிவப்பாக இருப்பின் நீக்கப்படுகின்றன. குமிழ் இப்பகுதி களை உறிஞ்சிவிடுவதால் ஒளியின் பிரகாசம் குறைந்துவிடுகிறது. இத்தகைய கெடுதி நியான் விளக்குக்கு இல்லை. ஏனெனில் அது சிவப்பு நிற ஒளியை மட்டும் வெளியிடுவதனால் பிரகாசம் குமி ழினால் பாதிக்கப்படுகிறதில்லை. நியான் விளக்கு களில் வேறு வாயுக்களைச் சிறிது சேர்த்து ஒளியின் நிறத்தை மாற்றிவிடலாம். ரச ஆவியை (Mercury vapour) சிறிது சேர்த்தால் ஒளியின் நிறம் நீலமாக மாறிவிடுகிறது. கரியமில வாயு வைச் சேர்த்தால் ஒளி வெண்மையாக மாறி விடுகிறது. சாதாரணமாக விளக்குகள் ஒளியை வெளியிடும்போது வெப்பத்தையும் சேர்த்து வெளியிடுகின்றன. ஆனால் நியான் விளக்கு மின்மினிப் பூச்சியைப்போல ஒளியை மட்டிலும் தரும். குழாய் சிறிதும் சூடேறுவதில்லை. இதில் செல்லும் மின்சாரம் முழுவதும் ஒளியாக மாற்றப் படுகிறது. இதற்கு நேர்மாறாகக் கம்பி விளக்கு களில் மின்சார சக்தியில் நூற்றில் ஐம்பது பங்கு

மட்டிலும்தான் ஒளியாக மாற்றப்படுகிறது. இரவு நேரங்களில் கட்டிடங்களைச் சிங்காரிப்பதற்கு எல்லாப் பெரிய நகரங்களிலும் நியான் விளக்குகள் உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. நாம் விரும்புகிற வடிவங்களில் இவ்விளக்குகளைத் தயாரித்து விடலாம். விளம்பரங்கள் எழுத்து எழுத்தாகத் தோன்றி வரி முழுவதும் பூர்த்தியானவுடன் ஒவ்வொன்ருக விளக்குகள் அணைந்து மீண்டும் இதைப்போலவே நிகழ்ந்து கொண்டிருப்பதைப் பார்க்கலாம். கம்பி விளக்குகளைக்கொண்டு இத்தகைய விளம்பரங்களைப் போடமுடியாது. ஏனெனில் அவற்றின் மூலம் ஓடும் மின்சாரத்தை நிறுத்திய நொடியிலேயே அவை ஒளியற்றுப் போவதில்லை. நியான் விளக்குகளில்தான் மின்னருவி நின்ற நொடியிலேயே விளக்கும் ஒளியற்றுப் போகிறது. ஆனல் நியான் விளக்குகளில் ஒரு அசௌகரியம் உண்டு. வீடுகளில் நாம் பெறக்கூடிய மின்னியக்கச் சக்தி இருநூற்று இருபது ஓல்ட்கள்தான். ஆனல் இவ்விளக்குகள் எரிவதற்கு ஆயிரக்கணக்கான ஓல்ட்கள் வேண்டியிருக்கின்றன. எனவே வேறு சாதனங்களைக் கொண்டு மின்னியக்கச் சக்தியை உயர்த்திக்கொண்டு அப்புறம்தான் இவ்விளக்குகளை உபயோகிக்க முடியும்.

நியானுக்குப் பதிலாக "ஸோடியம்" (Sodium Vapour) ஆவி, ரசஆவி இவற்றில் ஒன்றைக் குழாய்களில் அடைத்துக்கொண்டால் மின்னியக்கச் சக்தி குறைவாக இருந்த போதிலும் அதன் மூலம்

மின்சாரம் பாய்ந்து ஒளி உண்டாகிறது. ரச ஆவிக் குழாய்களிலிருந்து சிவப்பு நிற ஒளி நீங்கலாக மற்ற எல்லா நிற ஒளிகளையும் பெற்றுவிடலாம். இவை மிகவும் மலிவானவை. எனவே இவ்விளக்குகள்தான் ரோடுகள், பெரிய ஆலைகள் போன்ற இடங்களில் இப்பொழுது உபயோகப்பட்டு வருகின்றன. ரசஆவி விளக்குகள்தான் வருங்காலத்தில் எல்லா விளக்குகளைக் காட்டிலும் அதிகமாகப் பிரபலமாகும் என்று நினைக்கிறார்கள்.

---

11. பால்

வேதம் ஏற்பட்ட காலத்திலேயே அன்னத்திற்கு அடுத்தபடியாகப் பாலின் மஹிமையை நம் முன்னோர்கள் உணர்ந்திருக்கிறார்கள். திருமால் பாற்கடலில் சயனித்துக் கொண்டிருப்பதாக நம் புராணங்கள் கூறுகின்றன. பாலையும் பாலிலிருந்து கிடைக்கும் பொருள்களையும்பற்றி உயர்த்திப் பேசுவதற்காகத் திருமாலுக்குத் திருட்டுப் பட்டங்கூடக் கட்டிவிட்டார்கள்! வெண்ணெய் திருடக் கண்ணன் பல கஷ்டங்கள் அனுபவித்தான் என்றால் வெண்ணெய்க்கு வேறொரு சிபார்சும் வேண்டியதில்லை. யாகங்கள் போன்ற வைதீகச் சடங்கு

களுக்கெல்லாம் வெண்ணெயைக் காய்ச்சி அந்நெய்யைத்தான் உபயோகிக்கிறார்கள். எனவே பாலைக் கொடுக்கும் பசுவைக் காமதேனு என்று நாம் கொண்டாடுவதிலும் வருஷந்தோறும் மாட்டுப் பொங்கல் அன்று அதற்குப் பூஜைசெய்து வருவதிலும் வியப்பு ஒன்றுமில்லை.

தண்ணீர் கலக்காமலேயே பசுவின்பாலில் நூற்றுக்குச் சுமார் எண்பத்தேழு மடங்கு தண்ணீரே இருக்கிறது. பால் விற்பவர்களுக்கு இது விஷயம் தெரியாது போலிருக்கிறது! அத்துடன் முக்கியமாக நூற்றுக்கு நான்கு மடங்கு கொழுப்புச் (Fat) சத்தும், மூன்றரை மடங்கு புரதச் சத்தும் (Protein) ஐந்து மடங்கு சர்க்கரையும் இருக்கின்றன. இந்நான்கு பொருள்களும் பசுவின் பால், ஆட்டின் பால், தாய்ப்பால் முதலிய எல்லாத் தினுசு பால்களிலும் இருக்கின்றன. ஆனால் அவற்றின் விகிதம் வேறுபடும். உதாரணமாகத் தாய்ப்பாலில் மாட்டின் பாலில் உள்ளதைவிடச் சர்க்கரை அதிகமுண்டு. தாய்ப்பாலில் நூற்றுக்கு ஆறரைமடங்கு சர்க்கரை இருக்கிறது. இதில் புரதச் சத்து குறைவு; நூற்றுக்கு ஒன்றரை மடங்கு தான் இருக்கிறது. எல்லாப் பசுமாடுகளின் பாலிலும் இப்பொருள்கள் எல்லாம் ஒரே அளவிற்கு இருப்பதில்லை; பசுக்களின் உடல் நலத்தையும், அவை உட்கொள்ளும் ஆகாரத்தையும் பொறுத்து வேறுபடுகிறது.

பாலில் உள்ள பொருள்கள் அதில் உள்ள தண்ணீரில் கரைந்தும் கரையாமலும் இருக்கின்றன. ஒரு பொருள் தண்ணீரில் நன்ருகக் கரைந்துவிட்டால் அக்கரைவுநீர் தண்ணீரைப் போலக் கண்ணுக்குத் தெளிவாகவே தோன்றும். கரையாவிடில் பொருள் சிறிதும் பெரிதுமாக மிதந்துகொண்டிருக்கும். வண்டலுள்ளத் தண்ணீரைப்போலத் தோன்றும். பாலிலுள்ள சர்க்கரையும், உப்புக்களும் அதில் நன்ருகக் கரைந்துவிடுகின்றன. ஆனுல் புரதச் சத்து, ஆல்புமன் (Albumen) இவை கரைந்தும் கரையாமலும் சிறிய துகள்களாக மிதக்கின்றன. கொழுப்புச் சத்து முற்றிலும் கரையாமல் பெரிய துகள்களாக மிதக்கின்றன. எனவே பால் முழுவதும் ஒரே சீராக இல்லை. அதில் மிதக்கும் பொருளில் பெரும் பகுதி கொழுப்புச் சத்துத்தான். இதன் எடை (Density) தண்ணீரின் எடையில் பத்தில் ஒன்பது பங்கு உள்ளது. பாலிலுள்ள திரவப் பகுதி ஏறக்குறையத் தண்ணீரின் எடையைக் கொண்டிருக்கிறது. தவிடும் உமியும் சேர்ந்திருக்கும்போது அதைச் சல்லடையினுல் சலித்துத் தவிடு வேருகவும், உமி வேருகவும் பிரிக்கிருேம். தவிடும் நொய்யும் கலந்திருக்கும்போது முறத்தினுல் புடைத்து அவற்றை வேருக்குகிருேம். தவிடு, உமி, நொய் இவற்றின் எடை வேற்றுமையினுல்தான் இவ்வாறு பிரிக்க முடிகிறது. இதைப்போலவே பாலைக் கடைந்து அதில் உள்ள கொழுப்புச் சத்தையும் திரவப் பகு

தியையும் அவற்றின் எடை வேற்றுமையைக் கொண்டு பிரிக்க முடிகிறது.

மேல்நாடுகளில் பெரிய பசுப்பண்ணைகள் இருக்கின்றன. நாம் இங்கே கிராமங்களில் எலும்பும் தோலுமாய்க் காணும் பசுக்களைப்போல அங்கே பசுக்களைக் காணமுடியாது. அங்குள்ள பசுக்கள் ஒவ்வொன்றின் எடையும் ஆயிரம் பவுண்டுக்கு மேல் இருக்கும். நாள் ஒன்றுக்கு ஒவ்வொரு மாடும் ஐம்பது பவுண்டு பால் கறக்கும். காம தேனுக்கள் இந்தியாவில் இல்லை. ஐரோப்பாவிலும் அமெரிக்காவிலும்தான் இருக்கின்றன. இந்தியாவில் குசேலர்கள் மனிதர்களிடையே மட்டும் இருக்கிறார்கள் என்று நினைக்கவேண்டாம். பசுக்களிடையே அதிகமாக இருக்கிறார்கள்! மேல்நாடுகளில் உள்ள பசுக்களின் பால் முழுவதையும் கையினாலேயே கறப்பதென்றால் நீண்டநேரம் ஆகும். எனவே யந்திர சாதனத்தினால் பாலைக் கறந்து வருகிறார்கள். இதற்கு மாட்டின் மடியிலுள்ள நான்கு காம்புகளிலும் நான்கு உலோகக் குமிழ்களைச் சொருகிவிடுவார்கள். இக் குமிழ்களின் மேற்புறம் மடியுடன் நன்றாகப் பதிந்திருக்குமாறு செய்யப்பட்டிருக்கும். மின்சாரத்தின் உதவியினால் நான்கு குமிழ்களில் உள்ள காற்றையும் வெளியேற்றுகிறார்கள். காற்று உறிஞ்சப்படும்போது காம்பின் நுனியும் உறிஞ்சப்படுகிறது. காம்புகள் விட்டு விட்டு உறிஞ்சப்படுமாறு செய்யப்படும். சிறிது நேரத்தில் மடியிலுள்ள பால் முழுவதும் கறந்

தாய்விடும். சில கருவிகளில் காம்பின் நுனி உறிஞ் சப்படும்போது காம்பு அமுக்கவும்படும். இத ஞல் பின்னும் எளிதாகப் பால் கறக்கப்படும்.

பால் சீக்கிரத்தில் புளிப்படைந்து கெட்டுவிடு கிறது. இதற்குக் காரணம் இதில் உற்பத்தி யாகும் பாக்டீரியா (Bacteria) என்னும் சிறிய ஜீவ அணுக்கள். லூயி பாஸ்ட்சர் (Louis Pasteur) என்ற விஞ்ஞானி பால் புளிக்காமல் இருப்பதற்கு வழியைக் கண்டுபிடித்தார். சாராயம் நெடுநாள் வரை கெடாமலிருப்பதற்கு இவர் செய்த சோதனை கள் இதற்குப் பெரிதும் பயன்பட்டன. இரண்டு வழி களில் பாலில் பாக்டீரியா ஏற்படாமல் தடுக்கலாம் என்று காட்டினுர். பாலை அரைமணி நேரம் 62.8 டிகிரி செண்டி கிரேடு சூட்டில் காய்ச்சினுல் பாக் டீரியா கிருமிகள் எல்லாம் இறந்துவிடுவதைக் கண் டார். இவ்வாறில்லாமல் பாலைச் சிறிது நேரத் துக்கு 82.2 டிகிரி செண்டி கிரேடு சூட்டில் காய்ச்சி, திடீரென்று குளிர வைத்துவிட்டால் அப்பொழுதும் கிருமிகள் இறந்துவிடுவதைக் கண்டார். இவ்வழி களில் ஒன்றை மேற்கொண்டு பால் கெடாமல் இருக்குமாறு செய்து வருகிருர்கள். இவ்வாறு தயாரித்த பாலைப் புட்டிகளில் அடைத்துப் பல இடங்களுக்கு அனுப்புகிருர்கள். பாலில் உள்ள தண்ணீரைச் சுண்ட வைத்து, கிருமிகளைப் போக்கிப் புட்டிகளில் அடைத்து வெளிநாடுகளுக்கு அனுப்பு கிருர்கள். புட்டியில் அடைக்கும் முன்னர் பாலில் உள்ள கொழுப்புச் சத்து கண்ணுக்குத் தெரியா

தபடி பாலுடன் சீராகக் கலந்துவிடுமாறு செய்வதுண்டு. இதற்குப் பாலை மிகச் சிறிய துவாரத்தின் மூலமாகச் செலுத்துவார்கள். ஆயிரக்கணக்கான பவுண்டு சக்தியுடன் உதைத்துத் தள்ளப்படும் ஒரு பீச்சாளைக்கொண்டு பால் இத்துவாரங்களின் மூலம் செலுத்தப்படும். பால் துவாரங்களைத் தாண்டி வெளிவரும்போது அதில் உள்ள கொழுப்புச் சத்துத் துகள்கள் உருத் தெரியாமல் சிதறிப் பாலுடன் சீராகக் கலந்துவிடுகின்றன.

மேல்நாடுகளில் பாலில் உள்ள முக்கியமான பொருள்களைத் தனித் தனியே பிரிக்க அனேக தொழிற்சாலைகள் இருக்கின்றன. அதிலிருந்து முதன் முதலில் எடுக்கப்பட்ட பொருள் கொழுப்புச் சத்துத்தான். கொழுப்பிலிருந்து வெண்ணெய் எடுத்து அதை முதன் முதலில் வெளிநாடுகளில் வியாபாரம் செய்ய ஆரம்பித்த தேசம் நார்வே தேசம்தான். இவ்வியாபாரம் பதின்மூன்றும் நூற்றுண்டிலேயே ஆரம்பித்ததாகக் கூறப்படுகிறது. இதைப்பின்பற்றி ஹாலந்து தேசம் இவ்வியாபாரத்தில் இறங்கிற்று. சமீபகாலம்வரை வெண்ணெய் எடுப்பதற்கு எளிய முறைகளைத்தான் கையாண்டு வந்தார்கள். வாய் அகன்ற பாத்திரங்களில் பாலை வைத்துச் சிறிது நேரம் கழித்து, மிதந்து வரும் கொழுப்பை எடுத்துக் கடைந்து, வெண்ணெய் எடுத்தார்கள். கொழுப்பில் சிறிது மோரை விட்டுப் புளிக்கவைத்தும் வெண்ணெய் எடுத்து வந்தார்கள். நாம் இன்றும் வீடுகளில் உபயோகிக்கும்

மத்துக்களைப் போலவே இவர்கள் உபயோகித்த கருவிகளும் இருந்து வந்தன. தற்காலம் மைய விலக்கச் சக்தியை மேற்கொண்ட (Centrifugal force) யந்திர சாதனத்தினால் பாலைக் கடைந்து, லூயி பாஸ்ட்சர் முறையினால் கிருமிகளைப் போக்கி, வெண்ணெயைத் தயாரித்துப் புட்டிகளில் அடைத்து வியாபாரத்திற்கு அனுப்புகிறார்கள். இத்தகைய தொழிற்சாலைகள் அமெரிக்காவில் அநேக மிருக்கின்றன. இத்தொழிற்சாலைகளில் தயாரிக்கப்படும் வெண்ணெய் முழுவதும் கொழுப் புச் சத்து என்று கூறுவதற்கில்லை. கொழுப்புச் சத்து நூற்றுக்கு எண்பது மடங்குதான் இருக் கிறது. நூற்றுக்குப் பதினாறு பங்கு வரை தண் ணீர் தங்கிவிடுகிறது; நூற்றுக்கு ஒரு பங்கு தயி ரும் தங்கிவிடுகிறது.

கொழுப்புச் சத்தைப் பிரித்தெடுத்தபின் பாலி லிருந்து கேஸின் (Casein) என்னும் புரதச் சத்தை யும் தொழிற்சாலைகளில் பிரிக்கிறார்கள். இது காகிதம் செய்யும் தொழிலுக்கு அவசியமாக வேண்டியிருக்கிறது. காகிதத்திற்கு மெருகு கொடுப்பதற்கும் வர்ணம் கொடுப்பதற்கும் கேஸின் சிறந்த பசையாகப் பயன்பட்டு வருகிறது. மிருக கொழுப்புப் பசை, மாவுப்பசை இவற்றைக் காட்டிலும் இப் பசை காகிதத்தொழிலுக்குச் சிறந்ததாக இருப்பதால் இது பெரிதும் வேண் டப்படுகிறது. இப்புரதச் சத்து மிகுந்த சீஸ் (Cheese) என்ற ஆகாரப் பொருளையும்

தயாரித்து வருகின்றார்கள். இப்பொருளில் நூற்றுக்கு நாற்பத்தைந்து மடங்கு புரதச்சத்து இருக்கும். இதில் கொழுப்புச் சத்தும் கலந்திருக்கும். இது நூற்றுக்குச் சுமார் பதினைந்து மடங்குவரை கலந்திருக்கும். மேல் நாட்டார்கள் வெண்ணெயைக் காட்டிலும் இப்பொருளைத்தான் ஆகாரத்துக்காக விரும்புகிறார்கள். இதில் பலவகையுண்டு. வெண்ணெய், புரதச்சத்து இரண்டும் நீக்கப்பட்ட பின்னர் உள்ள பாலை மோராகச் செய்து, சுகாதார முறையில் புட்டிகளில் அடைத்து அதையும் விற்று வருகிறார்கள்.

எல்லாவற்றைக் காட்டிலும் பாலிலிருந்து பால் பொடி செய்யும் தொழிற்சாலைகளுக்குத்தான் வேலை அதிகம். மேல் நாட்டார்களுக்கு நெடுநாட்களுக்கு முன்பே பாலிலிருந்து பொடி செய்யும் வழி தெரியும் என்று நினைக்க இடமிருக்கிறது. மார்க்கோபோலோ என்ற பிரசித்திபெற்ற யாத்ரீகர் பதின்மூன்றும் நூற்றாண்டில் நடந்த ஒரு சண்டையில் போர்வீரர்கள் ஒவ்வொருவரும் பத்துப் பவுண்டு பால் பொடி வைத்திருந்ததாகவும், பசித்த போது அதைத் தண்ணீரில் கரைத்துச் சாப்பிட்டு வந்ததாகவும் எழுதி வைத்திருக்கிறார். தற்காலம் தொழிற்சாலைகளில் பால் பொடி இரண்டு வழிகளில் செய்யப்பட்டு வருகின்றது. எப்பொழுதும் சுழன்றுகொண்டிருக்கும் பெரிய எஃகுப் பிப்பாய்களின் மூலம் நீராவியைச் செலுத்திப் பிப்பாய்களின் வெளிப்புறத்தைச் சூடு செய்கிறார்கள். பிப்

பாய்களைச் சூழ்ந்துள்ள காற்றின் இறுக்கத்தைக் குறைக்காமல் அப்படியே வைத்துக்கொள்ளும் கருவிகளும் உண்டு; பிப்பாய்களைச் சூழ்ந்துள்ள இடம் வெற்றிடமாகவும் வைத்துக்கொள்ளும் கருவிகளும் உண்டு. பிப்பாய்களின் வெளிப்புறத்தின்மீது சிறிது சிறிதாகப் பால் ஊற்றப்படும். சூட்டின் விளைவாகப் பால் வற்றிப்போய் அதன்மீது படிந்து விடுகிறது. இவ்வாறு எல்லாப் பாலையும் மாற்றிய உடன் கத்திகளினால் அதைச் சுரண்டி எடுத்துப் பொடியாக்கிவிடுகிறார்கள். மற்றொரு வழியில் எஃகினால் செய்யப்பட்ட ஓர் சல்லடை அமைப்பு பெரிய இருப்புக் குழலினுள்ளே சுற்றிக்கொண்டிருக்கும். குழலினுள்ளே சூடான காற்றையும் பாலையும் செலுத்துவார்கள். சூடான காற்றினால் பாலிலுள்ள நீரெல்லாம் நீக்கப்பட்டுச் சல்லடை அமைப்பின்மீது பால் ஏடாகப் படிந்துவிடுகிறது. இதை எடுத்துப் பொடியாக்கி விடுகிறார்கள். இவ்வாறு பொடிப்பால் தயாரிப்பதற்குச் சாதாரணமாகக் கொழுப்பை நீக்கிய பாலைத்தான் உபயோகிப்பது வழக்கம். குழந்தைகளுக்குச் சிறந்த ஆகாரம் என்று Cow and Gate, Allen bury, Glaxo, Horlicks போன்ற பால் பொடிகள் விற்கப்பட்டு வருவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இவை எல்லாம் பாலிலிருந்து தயாரித்த பொடிகள்தாம். இவற்றுடன் வேறு பொருள்களும் சேர்த்திருக்கின்றார்கள். உதாரணமாக, ஹார்லிக்ஸில் பால் கொழுப்புடன், கோதுமை பார்லி மாவுகளும்,

ஸோடியம் பைகார்பனேட் (Sodium Bicarbonate), பொடாஸியம் பைகார்பனேட் (Potassium Bicarbonate) என்ற இரசாயனப் பொருள்களும் உப்பும் சேர்க்கப்படுகின்றன. சீக்கிரம் ஜீரணம் ஆகக்கூடியவாறு இப்பொடிகள் எல்லாம் சுகாதார முறைகளில் தயாரிக்கப்படுகின்றன. சமீபத்தில் சென்னை கவர்மெண்டார் பொடிப் பால் செய்வதற்குச் சென்னையில் ஒரு தொழிற்சாலையை ஏற்படுத்தியிருக்கிறார்கள். இங்கே பாலிலிருந்து பால் பொடி தயாரிக்கவில்லை. பால்பொடியிலிருந்து பால் செய்கிறார்கள். வெளிநாடுகளிலிருந்து கொழுப்புச் சத்து நீக்கப்பட்ட பால் பொடிகளை வாங்கி இங்கே சத்துள்ள இயற்கைப் பாலாக மாற்றுகிறார்கள். இதற்குப் பொடியைச் சூடான தண்ணீரில் கரைத்து, 'கரோடின்' சத்து, தேங்காய் எண்ணெய் இவற்றைப் போதுமான அளவுக்குச் சேர்த்துக் கலக்குகிறார்களாம்; 'கரோடின்' சத்து முள்ளங்கியிலிருந்து பெறப்படுகிறது. மின்சார சக்தியின் உதவியினால் நன்றாகக் கலக்கிய பின்னர் யந்திரத்தின் உதவியால் கலந்த பொருள்கள் கண்ணுக்குத் தெரியாதபடி பாலுடன் சேருமாறு செய்துவிடுகிறார்கள். இதைப் புட்டிகளில் அடைத்து விற்று வருகின்றார்கள். நம் நாட்டில் மாடுகள் மேய்வதற்கு இடங்கள் நிரம்ப இருக்கின்றன. ஆங்காங்கே மாட்டுப் பண்ணைகளை ஏற்படுத்தி அவற்றைப் பரிபாலித்துச் சுகாதார முறையில் யந்திர சாதனத்தைக்கொண்டு பாலைக் கறந்து, புட்-

டிகளில் அடைத்து எல்லோருக்கும் வழங்க இட மிருக்கிறது. மேல்நாடுகளில் செய்வதுபோல வெண்ணெய், கேஸின் போன்ற பொருள்களையும் தயாரிக்கலாம். கவர்மெண்டார் இதில் சிரத்தை எடுத்துக்கொண்டு இதற்கு வேண்டிய தொழிற் சாலைகளை ஏற்படுத்துவது அவர்களின் கடமை யாகும்.

---

12. மசி

காலில் பூசிக்கொண்டிருந்த செம்பஞ்சுக் குழம்பை மசியாகவும், தலையில் சூடிக்கொண் டிருந்த தாழம்பூ மடலைக் காகிதமாகவும், பித்தி கையைப் பேனாவாகவும் கொண்டு மாதவி கோவ லனுக்குக் காதற் கடிதம் எழுதினாள் என்று இளங்கோவடிகள் ஒரு பாட்டில் கூறுகிறார். எழுது வதற்குச் சமீப காலம்வரை நம் முன்னோர்கள் பனை ஓலையையும் எழுத்தாணியையுமே கருவிக ளாக உபயோகித்து வந்திருக்கிறார்கள். வரிகள் நன்றாகப் புலப்படுவதற்கு ஓலையில் கரியைப் பூசு வார்களாம். ஏறக்குறைய இரண்டாயிரம் வருஷங் களுக்கு முன்னரே சீனர்கள் காகிதம் செய்யும் முறையைக் கண்டு பிடித்துவிட்டார்கள் என்றும் அக்காலத்திலேயே அவர்கள் கறுப்பு மசியைத்

தயாரிக்கும் வழியையும் தெரிந்து கொண்டார்கள் என்றும் சரித்திர ஆராய்ச்சிக்காரர்கள் கூறுகிறார் கள். சீனாவிலிருந்து எஜிப்த் நாட்டிற்கு இவை பரவின. தமிழ் நாட்டிலும் கறுப்பு மசியைத் தாயாரிக்கும் முறையை நம் முன்னோர்கள் வெகு காலத்துக்கு முன்னமே அறிந்திருக்க வேண்டு மென்று தெரிகிறது. இப்பொழுதும் கிராமாந்தர பள்ளிக்கூடங்களில் மசியை விலைக்கு வாங்க மாட் டார்கள். கடுக்காயை உடைத்து அதன் மேல் ஓட்டைத் தண்ணீரில் ஊறவைப்பார்கள். ஊறிய பின்னர் அதை அரைத்துத் தண்ணீரில் கரைத்துக் கொண்டு அன்னபேதியைச் சேர்த்துக் கொதிக்க வைப்பார்கள். அத்துடன் கோந்தும், சிறிதளவு காசுக்கட்டியும் சேர்க்கப்படும். கொதித்த பின் னர் வடிகட்டி நல்ல கறுப்பு மசியைப் பெறுவார் கள். தற்காலம் எண்ணற்ற மசி தினுசுகள் பல் வேறு காரியங்களுக்குப் பயன்பட்டு வருகின்றன.

எழுதுவதற்கு உபயோகப்படும் மசிகளில் கறுப்பு, நீலம், சிவப்பு மசிகள்தான் முக்ய மானவை. எழுதும்போது பேனா முனையிலிருந்து சுலபமாகவும் சீராகவும் மசி ஓடி வந்தால்தான் எழுத்துக்கள் நன்றாக அமையும். மேலும் காற் றுப் பட்டவுடன் மசி மொத்தையாகப் படியாமல் சீக்கிரம் உலர்ந்து போகவேண்டும். நிறம் மங்கா மல் நெடுநாள்வரை இருக்க வேண்டும். தண் ணீர் பட்டவுடன் எழுத்துக்கள் அழிந்து போகக் கூடாது. இத்தகைய பண்புகளைப்பெற்ற மசிகள்

தான் எழுதுவதற்குச் சிறந்தவை. கறுப்பு மசி தயார் செய்வதற்கு முக்கியமாக வேண்டிய பொருள்கள் டானின் சத்தும் (Tannin), இரும்பு கலந்த இரசாயனப் பொருளும்தான். தாவரங்கள் எல்லாவற்றிலும் டானின் சத்து இருக்கும். இதை மரவுரித் துவர்ப்பு அல்லது மரப்பட்டைச் சிந்தூரம் என்றும் சொல்லுவார்கள். கடுக்கா யைப்போல உள்ள சில கொட்டைகளில் இருக் கும் மரவுரித் துவர்ப்புத்தான் கறுப்பு மசி செய்வ தற்கு மிகவும் சிறந்தது. (Logwood) என்னும் மரத்திலிருந்து தயாரித்த மரவுரித் துவர்ப்பையும் சில வகைக் கறுப்பு மசிகளுக்குச் சேர்த்துக் கொள்ளுகிறார்கள். சுத்த கறுப்பு மசி முதற் கொண்டு பல வேறு அளவுக்கு நீலம் மேலாடிய கறுப்பு மசிவரை பல தினுசு மசிகள் செய்யப் படுகின்றன. இரும்பு கலந்த இரசாயன உப்புடன் மரவுரித்துவர்ப்பு சேரும்போது உண்டாகும் பொருள் நீரில் கரையாமல் தங்கி விடும். அவ் வாறில்லாமல் அது நீரில் நன்றாகக் கலந்து மிதந்து கொண்டிருப்பதற்காகக் கோந்து (Gum Arabic) சேர்க்கப்படும். சிவப்பு மசி தயார் செய்வதற்கு Brazil Wood என்ற மரத்திலிருந்து சிவப்பு நிறச் சத்தை இறக்குகிறார்கள். இத்துடன் Stannous chloride என்ற பொருளையும், கோந்தையும் சேர்த்துச் சிவப்பு மசியைத் தயார் செய்கிறார்கள். அமெரிக்கா நாட்டில் மசிகளில் இருக்க வேண்டிய பொருள்களை வரையறுத்துச் சட்டம் போட்டு விட்

டார்கள். டானிக் காடியில் (Tannic acid) இருபத்து மூன்றுசதமும், காலிக் காடியில் (Gallic acid) எட்டுச்சதமும், Ferrous sulphate என்னும் இரும்பு கலந்த உப்பில் முப்பது சதமும், கோந்தில் பத்துச் சதமும், வளாவிய ஹைட்ரஜன் குளோரைடு (Dilute hydro chloric acid) காடியில் இருபத்தைந்து சதமும், கார்பாலிக் காடியில் (Carbolic acid) ஒரு சதமும் மசியில் இருக்க வேண்டுமென்று விதித்திருக்கிறார்கள். இதில் சிறிதளவுக்கு வர்ணச் சத்துக்களைச் சேர்த்துப் பல நிற மசிகளைத் தயாரித்து வியாபாரம் செய்யலாம் என்று அனுமதித்திருக்கிறார்கள்.

இப்பொழுது வேறு வழிகளில் மிகவும் மலிவான மசிகளைத் தயார் செய்து வருகிறார்கள். இவை எல்லாம் டானின் சத்திலிருந்து தயாரித்த மசிகளை விடப் பகட்டாக இருந்த போதிலும் காற்று வெளிச்சம் இரண்டையும் சமாளிக்க முடிகிறதில்லை. இவற்றினால் எழுதிய எழுத்துக்கள் சீக்கிரம் மங்கிவிடுகின்றன. நீடித்திருக்க வேண்டிய காரியங்களுக்கு இவை உதவா. செயற்கையாகத் தயாரிக்கப் படும் வர்ணச் சரக்குகளிலிருந்து இவற்றைத் தயாரிக்கின்றார்கள். நெடுநாள்வரை நிலக்கரி எரிக்கத்தான் உபயோகப்படக் கூடியது என்று நினைத்து வந்தார்கள். நிலக்கரியைக் காற்றுப் படாமல் எரித்தால் அதிலிருந்து தார் எண்ணெய் வருகிறது. இதை என்ன செய்வது என்று தெரியாமல் ரோடு போடுவதற்கு உபயோகப் படுத்தி

வந்த காலம் உண்டு. தார் எண்ணெயின் மதிப்பை அறிந்து காட்டியவர் 'பெர்க்கின்' என்னும் விஞ்ஞானி. தார் எண்ணெயிலிருந்து பென்ஜீன், ஸைலீன், நாப்தலீன், ஆந்தர சீன் முதலிய பொருள்களைப் பெற்று அவற்றிலிருந்து வர்ணச் சரக்குகளைத் தயாரித்து வருகின்றார்கள். சுமார் ஆயிரத்து ஐந்நூறு தினுசுகள் இப் பொருள்களிலிருந்து தயாராகி வருகின்றன, இவ்வர்ணச் சரக்குகள் சாயத் தொழிலுக்குப் பயன் படுவது போல மசிகளைத் தயாரிப்பதற்கும் பயன் பட்டு வருகின்றன. இவ் வர்ணச் சரக்குகளைச் சுலபமாகத் தண்ணீரில் கரையும்படி செய்ய முடிவதால் தெளிவான மசிகளைப் பெறுவது சாத்தியமாகிறது.

குறிப்பிட்ட சில காரியங்களுக்கு என்று மசிகளைத் தயாரித்து வருகின்றார்கள். கலியாணப் பத்திரிகைகள் அச்சிடுவதற்குப் பயன்படும் தங்க மசி வெள்ளி மசி இவற்றை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். இம் மசிகளைக் கொண்டு பேனாவினாலும் எழுதலாம். தங்கம், வெள்ளி இவற்றைச் சன்னமாகப் பொடி செய்துகொண்டு தேனுடன் சேர்த்துக் குழைத்துத் தண்ணீரில் கலக்கிக் காய்ச்சுவார்கள். சிறிதளவுக்குக் காரம் (Alkali) சேர்த்துக் கொள்ளப்படும். காய்ச்சிய பின்னர் அதைப் பலமுறை வடிகட்டி இளஞ்சூட்டில் உலரவைப்பார்கள். பிறகு அதில் சிறிதளவைக் கோந்தில் கலந்து சுத்தமான தண்ணீரில் கரைத்து விட்டால் உலோக மசி கிடைக்கும். தங்கத்திற்குப் பதிலாகக் காக்

காய்ப் பொன்னையும், பித்தளைப் பொடியையும் உபயோகப்படுத்துவது உண்டு. வண்ணான் துணிகளுக்குக் குறி போடுவதற்கு உபயோகிக்கும் மசிக்குச் சில பிரத்தியேக பண்புகள் இருக்க வேண்டும். துணிகளைச் சவுக்காரம் கலந்த வெந்நீரில் போட்டுக் கொதிக்க வைக்கும் போது குறிகள் மறையாமல் இருக்கும் படியான மசிகளைத் தயாரித்து வருகின்றார்கள். இத்தகைய மசியின் உபயோகம் குறைவு என்று நினைக்க வேண்டாம். அமெரிக்காவில் பிரதி வருஷமும் பட்டாளத்தில் சேர்ந்துள்ளவர் துணிகளுக்குக் குறி போடுவதற்கு லக்ஷம் புட்டி மசி செலவாகின்றதாம்! போர் நடக்கும் காலங்களில் ஓரிடத்திலிருந்து மற்றோர் இடத்திற்குச் சமாசாரத்தை அனுப்ப ஒருவர் கண்ணுக்கும் புலப்படாத மசியில் எழுதி யனுப்பப்படும். அதற்கு என்று தயாரித்த காகிதங்களிலோ அல்லது ஆட்களின் உடம்பின் மீதோ எழுதி அனுப்பப்படும். நாணய நோட்டுக்களிலும் சில சங்கேதங்கள் கண்ணுக்குத் தெரியாதபடி அச்சடிக்கப்படும். போலி நோட்டுகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்காக இம்மாதிரி செய்யப்படுகிறது. இக் காரியங்களுக்கு ஓர் வித மசியைத் தயாரிக்கின்றார்கள். இம் மசியில் எழுதிய எழுத்துகளைச் சூட்டினால் விளங்கச் செய்யலாம்; அல்லது அமோனியா (Ammonia), கந்தகப் புகை (Sulphide fumes) இவற்றைக் கொண்டு விளங்கச் செய்யலாம். மாப் பொருளில் (Starch) தயாரித்த மசியை ஊதினப் (Ioidne) புகையினால்

விளங்க வைக்கலாம். ரப்பர் ஸ்டாம்புக்கு உப யோகிக்கும் மசி காயாமல் அட்டையில் நெடுநாள் இருப்பதற்காக Glycerol என்னும் பொருளை மசி யுடன் சேர்த்துக்கொள்கிறார்கள். இவ்வாறாகப் பல வேறு காரியங்களுக்கு எழுதும் மசி தயாரிக்கப் பட்டு வருகின்றது.

எழுதுவதற்கு உபயோகப்படும் மசிக்கும் அச்சுத் தொழிலில் உபயோகப்படும் மசிக்கும் வித் தியாசம் உண்டு. அச்சுத் தொழிலில் உபயோகப் படும் மசியை வர்ணப் பூச்சுக்கு (Paint) ஒப்பிட வேண்டும். முன்னாளில் அச்சு வேலை தாமத மாகவே நடைபெற்று வந்தது. ஏனெனில் அப் போது உபயோகப்பட்டுவந்த மசி காய்வதற்கே சில நாட்கள் ஆகும். அவ்வாறில்லாமல் தற்காலம் அச்சுத் தொழில் வெகு சீக்கிரம் நடைபெற்று வரு கிறது. அச்சு யந்திரத்தின் உருளைகளின்மீது மிரு துவாகப் படிந்து, அச்சடிக்கும் எழுத்துக்கள், காகி தம் இவற்றுக்குச் சுலபமாகப் பரவி, சீக்கிரத்தில் உலர்ந்து போகக்கூடிய மசியை விஞ்ஞானிகள் கண்டுபிடித்ததின் பயனாக அச்சுத் தொழிலில் இம் முன்னேற்றம் ஏற்பட்டிருக்கிறது. பெரிய அச்சுக் கூடங்களில் தையல் மிஷினில் நூல் ஓடிக்கொண் டிருப்பதுபோலக் காகிதம் உருளைகளின் மீது ஓடிக் கொண்டிருக்கும். ஒரு நிமிஷத்திற்கு எண்ணூறு முதல் ஆயிரத்து இருநூறு அடிவரை உள்ளவேகத் துடன் காகிதம் ஓடிக்கொண்டிருக்கும். அச் சடித்த பகுதி ஒரு பெட்டியின் மூலமாக

நுழைந்து செல்லும். அப் பெட்டியினுள்ளே சூடு தொள்ளாயிரம் டிகிரி சென்டிகிரேடு வரை இருக்கும். பெட்டியிலுள்ள ஜ்வாலையைக் காகிதச் சுருள் தாண்டிக்கொண்டு போகும்போது மசி உலர்ந்து விடுகிறது. காகிதம் நெருப்புப் பிடித்துக்கொண்டு எரிந்துவிடுமே என்று ஐயப்பட வேண்டாம். காகிதம் நொடிப் பொழுதிலே ஜ்வாலையைத் தாண்டிச் செல்வதால் மசிமட்டும் வெகு சீக்கிரத்தில் உலர்ந்து விடுகிறதே ஒழிய, காகிதத்திற்கு அபாயம் ஏற்படுகிறதில்லை. அச்சுத்தொழிலில் மூன்று முறைகள் உண்டு. அவற்றை Typo graphic, Plano graphic, Intaglio என்று கூறுவார்கள். முதல் முறையில் மசி தடவவேண்டிய பகுதி சமதளப் பரப்பிலிருந்து சற்று முன்னுக்கு வந்திருக்கும். இரண்டாவது முறையில் அப்பகுதி சமதளப்பரப்பிலேயே அமைந் திருக்கும். மூன்றாவது முறையில் மசி தடவ வேண்டிய பகுதி சமதளப்பரப்பில் குழிகளாக அமைந்திருக்கும். இம் மூன்று முறைகளையும் ஒட்டி மசியின் தன்மை வேறுபடும்.

அச்சுத்தொழிலில் உபயோகப்படும் மசியில் சன்னக் கரி எண்ணெயில் குழைக்கப்பட்டிருக்கும். வீடுகளில் மை பண்ணுவதை அனைவரும் கவனித் திருக்கலாம். தாவர எண்ணெய் விளக்கின் புகையை மரக்கால் மீதோ அல்லது படியின்மீதோ படியச்செய்து அதைச் சுரண்டி எடுத்துக் கொள்வார்கள். இக்கரி கைக்கு மிகவும் மிருது

வாக இருக்கும். இதை ஆமணக்கு எண்ணெயுடனோ அல்லது வெண்ணெயுடனோ சேர்த்துக் குழைத்து மைக்கூட்டில் அடைப்பதைக் கவனித்திருக்கலாம். அச்சுத் தொழிலில் நெடுநாள்வரை கரியை ஆளிவிதை எண்ணெயுடன் (Linseed oil) மட்டும் குழைத்து அவ்வாறு பெற்ற மசியை உபயோகித்து வந்தார்கள். இத்துடன் வர்ணச் சரக்குகளையும் பிசினையும் சேர்த்துக் கொள்வார்கள். ஆளிவிதை எண்ணெயினால் மசி உலருவதற்கு நீண்ட நேரம் பிடித்துவந்தது. இதனால் பத்திரிகைகளையும், புத்தகங்களையும் துரிதமாக அச்சடிக்க முடியாமல் இருந்தது. இதை நிவர்த்தி செய்ய ஓர் உபாயத்தைக் கண்டு பிடித்தார்கள். கரியுடனும் வர்ணப் பொருளுடனும் குழைப்பதற்குத் தகுந்ததாயும் சீக்கிரம் உலரக் கூடியதாயும் உள்ள வார்னிஷைத் தயார் செய்தார்கள். பிசினில் மரப்பிசின் என்றும் பூச்சிப்பிசின் என்றும் இரண்டு வகை இயற்கைப் பிசின்கள் உண்டு. பாலுள்ள மரங்கள் எல்லாவற்றிலும் மரப்பிசின் கிடைக்கும். தேனீ, வாக்கை என்ற இருவகைப் பூச்சிகளும் தயாரிக்கும் பிசினிக்குப் பூச்சிப்பிசின் என்று பெயர்; இவற்றைப்போலப் பலகாரியங்களுக்குப் பயன்படக்கூடிய செயற்கைப் பிசின்களை இரசாயனப் பொருள்களைக்கொண்டு தயாரிக்க விஞ்ஞானிகள் வழிகளைக் கண்டு பிடித்தார்கள். இப்பிசினைக் கொண்டு வார்னிஷ் தயார் செய்கின்றார்கள். இவ்வார்னிஷில் பிசினுடன் ஸோப்பும் ஆளி

விதை எண்ணெயும் சேர்க்கப்படும். அச்சடிக்கும் எழுத்துக்களுடன் மசி சீராக ஒட்டிக்கொள்ளு வதற்காக ஸோப்புச் சேர்க்கப்படுகிறது. பல ரக மசிகளுக்குத் தக்கவாறு சேர்க்கப்படும் ஸோப்பும் மாறுபடும். கரி, வர்ணப்பொருள், வார்னிஷ் இவை எல்லாவற்றையும் சேர்த்துக் கொதிக்க வைத்து, பின்னர் யந்திரத்தைக் கொண்டு மாவு போல அரைத்துக் குளிர வைப்பார்கள். குளிர்ந்த வுடன் மசி கட்டியாக இருக்கும். உபயோகிக்கும் போது இதைக் காய்ச்சி உருளைகளின் மீது படி யுமாறு செய்து கொள்வார்கள். துணிகளுக்குக் கரைகள், பேட்டுகள் முதலியவற்றை அச்சடிப்ப தற்குச் சாயங்களை உபயோகிப்பதற்குப் பதிலாகத் தற்காலம் இத்தகைய மசிகளையே உபயோகித்து வருகின்றனர்.

---

13. சிமெண்ட்

தற்காலம் கட்டிடத் தொழிலுக்கு இரண்டு கண்களாக சிமெண்டும் எஃகும் விளங்கி வருகின்றன. சிமெண்ட் ஒரு செயற்கைப் பொருள். நூறு வருஷங்களுக்கு முன்புதான் இங்கிலாந்தில் இதைத் தயார்செய்யும் வழி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது. போர்த்லாந்து (Portland) என்னும் தீவில் கிடைக்கும் கல்லைப்போல இது

அவ்வளவு கடினமாக மாறுவதைக் கண்டு இதற்குப் போர்த்லாந்து சிமெண்ட் என்று பெயரிட்டார் இதைக் கண்டுபிடித்த விஞ்ஞானி. சுமார் முப்பத்தைந்து வருஷங்களாக நம்நாட்டிலும் சிமெண்ட் தயார் செய்யப்பட்டு வருகின்றது. இதை உற்பத்தி செய்யும் ஆலைகள் தற்சமயம் பத்துக்கு மேல் இருக்கின்றன. திருச்சிக்குச் சமீபத்தில் டால்மியாபுரத்திலும் ஓர் சிமிண்ட் ஆலை இருக்கிறது. நாடு சுதிந்திரம் அடைந்ததின் பயனாக எல்லாத் தொழில்களும் தங்கு தடையில்லாமல் அபிவிருத்தி அடைந்து வருவதால் சிமெண்டுக்கு முன்பு இருந்ததைவிட இப்பொழுது அதிக கிராக்கி ஏற்பட்டிருக்கிறது. சிமெண்டைத் தண்ணீரில் குழைத்துச் சற்று வைத்திருந்தால் பாகுபோல் நெகிழ்ந்த சிமெண்டு கற்பாறையைப்போலக் கடினமாய் உறைந்து போவதைப் பார்க்கலாம். இப் பண்பிற்காகவே இதை என்ஜினியர்கள் பெரிதும் விரும்புகிறார்கள். சிமெண்டின் தன்மைகளை விவரிக்குமுன் கடினம், உறுதி, பலம் என்ற பண்புகளைப்பற்றிச் சிறிது ஆராய்வோம்.

ஒன்றினாலும் தேய்வே ஏற்படாத பொருள் தான் மிகக்கடினமான பொருள் என்று சொல்லப்படும். வைரத்துக்குத்தான் இப்பண்பு அதிகமுண்டு. இதைக்கொண்டு மற்றப் பொருள்களை அறுக்கலாம். ஆனால் வைரத்தை அறுக்க மற்றொரு வைரம்தான் வேண்டும். காதில் அணிந்து கொள்ளுவதற்குமட்டிலும்தான் வைரம் உபயோகப்பட்டு

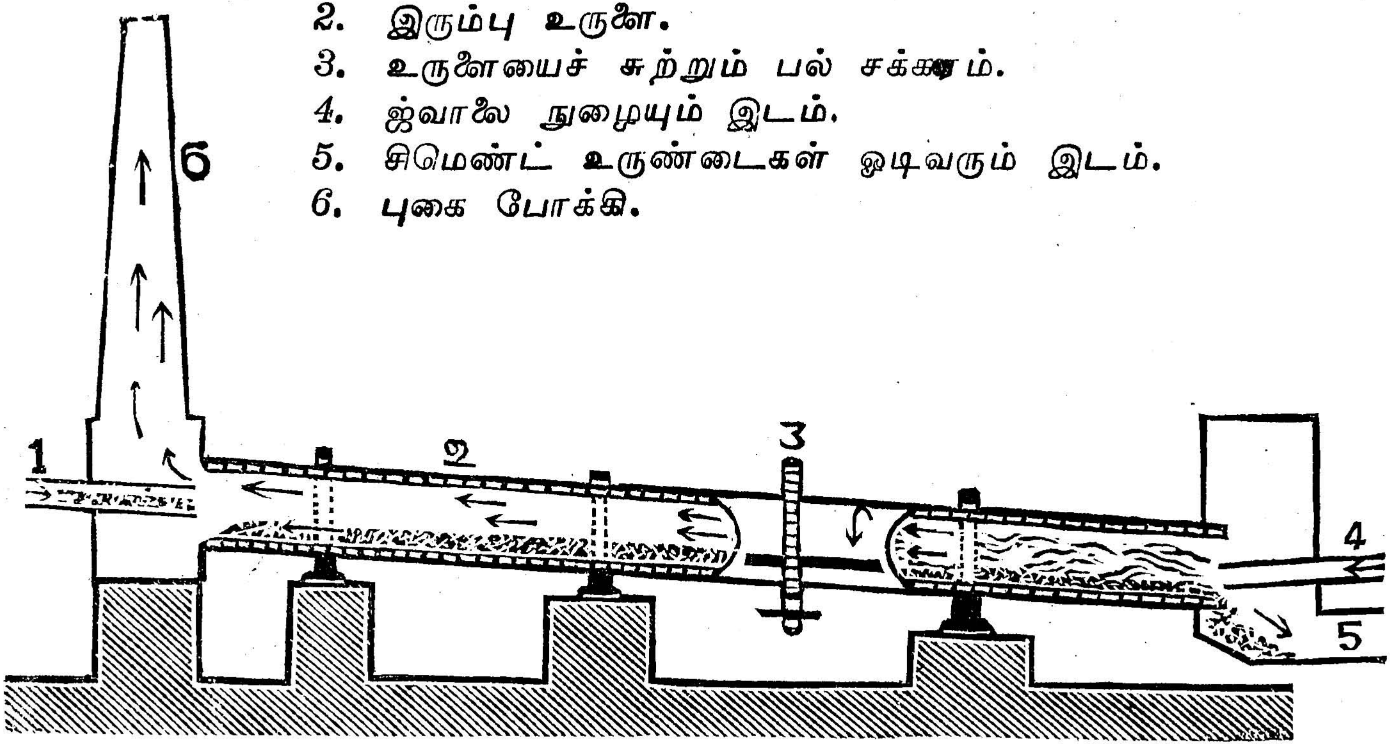
வருகிறது என்று நினைக்க வேண்டாம். சில இடங்களில் கடினமான பாறைகளைத் துளைக்க எஃகுத் துறப்பணங்கள் பிரயோஜனப்படுவதில்லை. அவை முனை மழுங்கித் தேய்ந்து விடுகின்றன. இதற்காகத் துறப்பணத்தின் முனையில் வைரத்தைப் பொருத்தி வைத்துக்கொண்டு பாறைகளைத் துளைத்து வருகின்றார்கள். மற்றொரு வழியிலும் வைரம் உபயோகப்பட்டு வருகின்றது. உலோகங்களைச் சன்னக் கம்பிகளாக இழுப்பதற்கு அவற்றைச் சிறு துளைகளின் மூலம் இழுக்க வேண்டும். உலோகங்கள் கடினமான பொருள்கள் ஆதலால் மைல் கணக்கான நீளங்களுக்குக் கம்பிகள் இழுக்கப்படும்போது துளைகள் தேய்ந்து கெட்டுவிடுகின்றன. தேய்வே இல்லாத பொருளில் துளைகள் இருந்தால்தான் கம்பிகளைத் தொடர்ந்து இழுக்க முடியும். வைரத்தில் துளையிட்டுக் கம்பி இழுப்பதற்கு அதைப் பயன்படுத்தி வருகின்றார்கள். இவ்வளவு கடினமான பொருளாக இருந்த போதிலும் வைரத்தை ஒரு சுத்தியைக் கொண்டு அடித்தால் அது நொறுங்கிப் பொடியாகிவிடும். உலோகங்களுக்கு வைரத்தைப்போல அவ்வளவு கடினத்துவம் இல்லாமல் போனாலும் அவற்றை அடித்தால் நசுங்குமே ஒழிய உடையாது. திடீரென்று ஒரு சக்தி ஒரு பொருளைத் தாக்கினால் அந்தத் தாக்குதலை அது சமாளித்துக்கொண்டால் அப்பொருள் உறுதியானது என்று சொல்லுவார்கள். எல்லா உலோகங்களையும்விட தேனிரும்புக்குத்

(Wrought iron) தான் இப்பண்பு அதிகம். உதாரணமாக, வண்டித் தொடர்களை என்ஜின் திடீரென்று இழுக்கும்போதும் அல்லது அது திடீரென்று நிற்கும்போதும் வண்டித் தொடர்களைப் பிணைக்கும் சங்கிலிகள் அற்றுவிடாமல் இருப்பதற்கு அவற்றைத் தேனிரும்பில்தான் செய்வார்கள். செம்பும் (Copper) உறுதியான பொருள்தான். ஆனால் அத்துடன் அது மிகவும் மிருதுவான பொருளும் கூட. அதில் எட்டில் ஒருபங்கு வெள்ளீயத்தைக் (Tin) கலந்து விட்டால் அக்கலவை உலோகம் (வெண்கலம்) செம்பைக் காட்டிலும் கடினமாகவும் உறுதியாகவும் மாறி விடுகிறது. பெரிய கப்பல்களுக்கு வெண்கலத்தில்தான் முடுக்கு விசிறிகளைச் (Propellers) செய்வார்கள். ஒரு கப்பலின் முடுக்குவிசிறி சாதாரணமாக முப்பத்தைந்து டன் எடையிருக்கும். அது ஒரு நிமிஷத்துக்கு இருநூற்றைம்பது தடவை சுற்றும். இவ்வளவு பளுவுடனும் கடுமையான வேகத்துடனும் சுற்றிவரும்போது அகஸ்மாத்தாகக் கடலில் மூழ்கி உள்ள பாறையிலே மோதும்படி நேரிட்டால் முடுக்கு விசிறி உடையாமல் உறுதியாக நிற்க வேண்டும். வெண்கல முடுக்கு விசிறி இத்தாக்குதலைச் சமாளித்து நிற்கும். அது எஃகினால் செய்யப்பட்டிருந்தால் உடைந்து விடும். எஃகுக்கு இதைப்போலச் சமாளிக்கும் பண்பு கிடையாது. ஒரு பொருள் அதிகமான சக்திக்கு உள்பட்டபோதிலும் அதைத்தாங்கி நிற்கும் பண்பைப்

பெற்றிருந்தால் அது அதிக பலமுள்ளது என்று கூறப்படும். இப்பண்பில் எஃகுதான் சிறந்தது. ஒரு சதுர அங்குலம் பரப்புள்ள எஃகு கம்பி எண்பதுடன் எடை சக்தியைத் தாங்கும். ரப்பருக்கு அடுத்தபடியாக இதன் நெகிழ்ச்சி வன்மை அமைந்திருக்கிறது. இனி சிமெண்டைப்பற்றிய விவரங்களைக் கவனிப்போம்.

சிமெண்டு செய்வதற்குவேண்டிய பொருள்கள் சாக்கட்டியும் களிமண்ணும். இரண்டையும் தனித்தனியே அரைத்து முதலில் தண்ணீரில் கலந்து கொள்ளுவார்கள். இந்தச் சேற்றைச் சூளையில் இட்டுக் காய்ச்சுவார்கள். சிமெண்ட் சூளை ஒன்று படத்தில் காண்பிக்கப்பட்டிருக்கிறது. இதிலுள்ள பெரிய இரும்பு உருளையைப் பார்க்கவும். சாக்கட்டியும் களிமண்ணும் சேர்ந்த சேற்றை இந்த உருளையின் ஒரு முனையில் செலுத்துவார்கள். இந்த உருளையின் ஒரு முனை உயர்ந்தும் மற்றொரு முனை தாழ்ந்தும் இருக்குமாறு அமைக்கப்பட்டிருக்கும். இது ஒருயந்திர சாதனத்தினால் தன் இருசைச் சுற்றிச் சுழன்று கொண்டே இருக்கும். இதனால் சேறு கீழ்முனையை நோக்கி மெதுவாக நகர்ந்து கொண்டே வரும்; சேறு உருளையின் மறுமுனைக்கு வர அதிக நேரம் ஆகும். ஏனெனில் உருளையின் நீளம் சுமார் நூற்றைம்பது அடியிலிருந்து முந்நூற்றைம்பது அடிவரை இருக்கும். இதன் சுற்றளவு எட்டு முதல் பதினான்கு அடிவரை இருக்கும். கீழ்முனையை நோக்கி நகர்ந்து

1. சாக்கட்டியும் களிமண்ணும் கலந்த சேறு போடுமிடம்.
2. இரும்பு உருளை.
3. உருளையைச் சுற்றும் பல் சக்கரம்.
4. ஜ்வாலை நுழையும் இடம்.
5. சிமெண்ட் உருண்டைகள் ஓடிவரும் இடம்.
6. புகை போக்கி.



படம்: சிமெண்ட் சூளை.

கொண்டு வரும் சேற்றை ஒரு அக்கினி ஜ்வாலை தாக்குமாறு செய்யப்படும். ஜ்வாலையின் போக்கைப் படத்தில் காண்பிக்கப் பட்டிருக்கும் அம்புக் குறிகளினுல் அறியலாம். ஜ்வாலையை உண்டுபண்ணும் அடுப்புகள் படத்தில் காண்பிக்கப்படவில்லை. உருளையினுள்ளே சூடு சுமார் ஆயிரத்து ஐந்நூறு டிகிரி சென்டிகிரேடுக்கு மேல் உயர்ந்து விடுகிறது. இந்தச் சூட்டில் சாக்கட்டியும் களிமண்ணும் சேருவதினுல் சில இரசாயன நிகழ்ச்சிகள் ஏற்படுகின்றன. இவை இரண்டும் சேர்ந்து சிமெண்டாகி, சிறு கோலி உருண்டைகளாக உருளையின் கீழ் முனைக்கு ஓடிவருகின்றன. இவற்றையெல்லாம் திரட்டி, குளிர்வித்து, பெரிய எஃகு குழாய்களில் போட்டு எஃகுப் பந்துகளைக் கொண்டு நசுக்கிப் பொடியாக்குவார்கள். இதனுல் சிமெண்ட் சன்னத்தூளாக ஆகி விடுகிறது. ஒரு சதுர அங்குலத்துக்கு முப்பதினுயிரம் கண்கள் உள்ள சல்லடையில் போட்டுச் சலித்தாலும் சிமிண்ட் கீழே விழுந்து விடுகிறது என்ருல் எவ்வளவு சன்னமாக அது பொடி செய்யப்படுகிறது என்பதை அறியலாம். பல ரகங்களில் தயாரிக்க வேண்டிய சிமெண்டைப் பொறுத்து அது சூளையில் வைக்கப்பட்டிருக்கும் நேரமும் மாறுபடும். மற்றும் கலக்கப்படும் சாக்கட்டியின் பண்பைப் பொறுத்தும் சிமெண்டின் தன்மை வேறுபடும். நன்ருய்த் தயாரிக்கப்பட்ட சிமெண்ட் மிருதுவாகவும் சற்றே பழுப்பு நிறத்துடனும்

இருக்கும். அது தண்ணீரைவிட மூன்று மடங்கு கனம் கொண்டது. தண்ணீரில் சிறிதளவு சிமெண்டைப் போட்டால் அது கீழே அமுங்கிவிடும். சில சமயம் வியாபாரிகள் இதில் சாம்பலையும் கலந்து விடுவார்கள். இச்சோதனையினால் சாம்பல் கலந்து இருப்பதைக் கண்டுபிடித்துவிடலாம். சிமெண்டுக்குத் தண்ணீர்த் தாகம் அதிகம்.காற்றிலிருக்கும் தண்ணீரையும் உறிஞ்சிவிடும் என்றால் அதை ஈர மான இடங்களில் வைத்தால் என்ன ஆகுமென்பதை ஊகிக்கலாம். அதை ஜாக்கிரதையாகப் பாது காக்கவேண்டும். சற்று அஜாக்ரதையாக இருந்தால் கட்டி தட்டிவிடும். சாக்கில் பாக்கியுள்ள சிமெண்டின் பலமும் இதனால் குறைந்துவிடும்.

கட்டிட வேலைகளுக்குச் சிமெண்டையும் தண்ணீரையும் சாந்தாகக் கலந்துகொள்வார்கள். சுண்ணும்புச் சாந்தைவிட, சிமெண்ட் சாந்து பலம் பொருந்தியது. தண்ணீருக்கு அடியில் கட்டும் கட்டிடங்களுக்குச் சிமெண்ட் சாந்தை உபயோகிக்க முடியும். ஆனால் சுண்ணும்புச் சாந்தை உபயோகிக்க முடியாது. சிமெண்ட் சாந்தைச் சிறி[illegible] நேரம் வைத்திருந்தால் அது இறுகிக் கடினமா[illegible] விடும். சிமெண்டைக்கொண்டு தயாரித்த கான்கிரிட் (Concrete) என்னும் கலவைதான் பெரும்பாலும் பயன்பட்டு வருகிறது. இக் கலவையும் முதலில் இளகிய நிலையில் இருக்கும். அந்நிலையில் அதை நாம் விரும்புகிறபடி வடிவங்களை ஏற்றுக் கொள்ளுமாறு செய்யலாம். பின்னர் அதே நிலை

யில் அது இறுகி, கடினமாகிவிடும். பல வருஷங்கள் உறுதியாக இருக்கும். மிகுந்த பளுவையும் தாங்கி நிற்கவல்லது. இக் கலவையில் முக்கால் பங்கு கருங்கல் ஜல்லி இருக்கும். முதலில் சிமெண்டுடன் சன்ன மணலைச் சேர்த்துக் கொள்ளுவார்கள். மணல் கட்டிடத்தில் வீறல் இல்லாதவாறு பாதுகாக்கும். இரண்டையும் நன்றாகக் கலந்த பின் கருங்கல் ஜல்லியைச் சேர்த்து வேண்டிய அளவுக்குத் தண்ணீரை ஊற்றி, கலவையை மேலும் கீழுமாகப் புரட்டி ஒன்றோடொன்று நன்றாகச் சேருமாறு செய்வார்கள். இதைச் செய்வதற்காக யந்திரங்களுமிருக்கின்றன. கலந்து சிறிது நேரத்துக்குள்ளேயே அதைப் போடவேண்டிய இடத்திற்கு எடுத்துச் செல்லவேண்டும். அவ்விடங்களில் முன்னதாகவே மரப் பலகைகளைப் பொருத்தி வைத்திருப்பார்கள். கான்கிரிட்டின் பளு அதிகமானதால் பலகைகளைத் தாங்கி நிற்கும் முட்டுகள் வலுவாக இருக்கவேண்டும். பிதுங்கி வராமல் ஒரேசீராக படியவேண்டியது அவசியமாகையால் அதற்குவேண்டிய முன்ஏற்பாடுகளைச் செய்துகொள்ளுவார்கள். சிறிதுநேரத்தில் கருங்கல் ஜல்லியுடன் சிமெண்ட் இறுகிக் கடினமாகிவிடும். நன்றாக இறுகிய பின் ஒரு சதுர அங்குலப் பரப்புக்கு மூவாயிரம் ராத்தல் எடைக்கு மேலுள்ள பளுவையும் தாங்கி நிற்க வல்லது என்றால் அதன் அழுத்தத்தை நன்கு உணரலாம். தற்காலம் கான்கிரிட்டைக்கொண்டு பெரிய பட்டணங்களில் ரஸ்தாக்கள் போட்டு வருகின்

ருர்கள். கான்கிரிட்டைக் கொட்டும் முன் ரஸ்தாவை நன்ருகச் சுத்தி செய்து அதன் விளிம்புகளில் மரச் சட்டங்களைப் பொருத்தி வைத்துக்கொள்ளுவார்கள். மேலும் அதை அங்கணம் அங்கணமாகப் பிரிக்கும்படி குறுக்கேயும் சட்டங்களைப் பொருத்தி வைத்துக்கொள்ளுவார்கள். ஒரு அங்கணத்தைப் பூர்த்தி செய்துகொண்டுதான் அடுத்த அங்கணத்திற்குக் கான்கிரிட் போடுவார்கள். மட்டப்படுத்திய பின்னர் கான்கிரிட்டை நன்ருக இறுக வைப்பதற்கு அங்கணங்களில் தண்ணீரைத் தேக்கி வைப்பார்கள். இல்லாவிடில் ஈரச் சாக்குகளை அல்லது வைக்கோலைப் பரப்பி வைத்திருப்பார்கள். கான்கிரிட்டைக் கொண்டு மாடிப்படிகள், தொட்டிகள், தூண்கள், பலகைகள் முதலிய எண்ணற்றசாமான்களைச் செய்து வருகின்ருர்கள். கல் அறுப்பதற்கு முன் கட்டளையில் பிசைந்த மண்ணை வைத்து வடிவமாக்கிக் கொள்வதுபோல் ஒவ்வொரு சாமானையும் தயாரிப்பதற்கு அதற்குத் தகுந்தபடி முன்னதாகவே வடிவத்தை மரத்தில் செய்துகொள்ளுவார்கள். கான்கிரிட் பளுவைத் தாங்கி நிற்கச் சக்தி வாய்ந்திருந்தபோதிலும் அது வளைந்து கொடுக்காது. இழுக்கும் சக்தியைத் தாங்கமுடியாமல் உடைந்துவிடும்.

இதை நிவர்த்தி செய்ய மற்ருெரு வழியைக் கையாண்டு வருகின்ருர்கள். R. C. கட்டிடங்கள் என்று அனைவரும் கேள்விப்பட்டிருக்கலாம். கான்கிரிட்டும் எஃகும் சேர்ந்த அமைப்பைக்கொண்டு

இக்கட்டிடங்கள் கட்டப்படுகின்றன. எஃகு கம்பிகளுக்கும் பலம் அதிகம். நெகிழ்ச்சி வன்மையும் அதிகம். எஃகு கம்பிகளைக்கொண்டு இழுக்கும் சக்திகளைச் சமாளிக்கச் செய்கிறார்கள். கான்கிரிட்டைக் கொட்டும் முன் எஃகு கம்பிகளையோ எஃகு கம்பிகளினால் செய்யப்பட்ட வலைஅமைப்பையோபொருத்திவைத்துக்கொள்ளுவார்கள். நமது உடலில் எலும்புகள் அமைந்திருப்பதுபோல, கான்கிரிட்டுக்குள் எஃகு கம்பிகள் அமைந்திருக்கும். பெரிய பாலங்கள், நீர்த்தேக்கங்கள் எல்லாம் R. C. கட்டிடங்கள் தான். கான்கிரிட் அழுத்தும் சக்திகளைத் தாங்கி நிற்கும். இழுக்கும் சக்திகளை எஃகு கம்பி தாங்கி நிற்கும். இருந்த போதிலும் எஃகு கம்பிகளையும் மீறி, கான்கிரிட்டில் வெடிப்புகள் ஏற்படுவதுண்டு. பெரிய ஆலைகளில் இவ்வாறு வெடிப்புகள் ஏற்பட்டால் அவற்றின் மூலம் புகையும் ஆவியும் நுழைந்து கம்பிகளைத் துருப்பிடிக்கச் செய்துவிடும். இதனால் அவற்றின் பலம் நாளுக்கு நாள் குறைந்துகொண்டு வரும். பிரஸ்ஸிநெட் (Freyssinet) என்ற ஒரு பிரெஞ்சு என்ஜினீர் கான்கிரிட்டுக்கு இத்தகைய கெடுதலும் வராதபடி ஓர் வழியைக் கண்டுபிடித்துவிட்டார். இதைப் பயன்படுத்தியே தற்காலம் கட்டிடங்கள் கட்டப்பட்டு வருகின்றன. Pre-strssed Concrete என்று இப் புது முறைக்குப் பெயர், இருபத்தெட்டு அடி நீளமுள்ள உத்திரங்களையும் இம்முறையில் தயாரித்துப் பாலங்களைக் கட்டி யிருக்கிறார்கள். எல்லாம் சிமெண்டின் மகத்துவம்தான்.

14. இரத்தினங்கள்.

ஆபரணங்கள் செய்வது நற்கலைகளுள் ஒன்று. இக்கலைக்குப் பெயர் போனது இந்தியா. இரத்தினங்கள் இழைத்த ஆபரணங்களையும் நகைகளையும் நம் நாட்டில் உள்ள எல்லாக் கோவில்களிலும் அரண்மனைகளிலும் காணலாம். ஓர் சுதேச மன்னர் அணிந்து கொண்டிருக்கும் இரத்தினங்களைக் கொண்டு அவரது ராஜ்யத்தின் செழிப்பைக்கூட நிர்ணயித்து விடலாம். முன்னாளில் கோவில்களில் உள்ள நகைகளைக் கொள்ளையடித்துக் கொண்டு போவதற்கே மொகலாயர்கள் நம் நாட்டின்மீது படையெடுத்து வந்தார்கள். வட இந்தியாவிலுள்ள கோவில்கள்தான் இக்கஷ்டத்துக்கு அதிகமாக உள்ளாயின. தென்னிந்தியாவில் உள்ள கோவில்களிலும் மடங்களிலும் அதிக வேலைப்பாடுடன் செய்யப்பட்ட இரத்தின ஆபரணங்கள் இன்றும் இருக்கின்றன. இரத்தினங்களில் பலவகை உண்டு. நம் முன்னோர்கள் அவற்றை வைரம், வைடூரியம், கோமேதகம், புஷ்பராகம், பச்சை, சிவப்பு, முத்து, பவழம், நீலம் என்று ஒன்பது வகைகளாகப் பிரித்து நவரத்னங்கள் என்று கூறுவார்கள். இவற்றில் முத்து, பவழம் இரண்டைத்தவிர மற்றவை கனிப்பொருள்கள் (Minerals). முத்து சிப்பியிலிருந்து கிடைக்கிறது. பவழம் கடலிலிருந்து கிடைக்கிறது. பூமி ஒருகாலத்தில் நெருப்புக்

கோளமாக இருந்து பின்னர் குளிர்ந்து ஆறி வந்ததாகவும் முதலில் ஆறியபாகம்தான் மேலோடு என்றும் நிலவியல் விஞ்ஞானிகள் கூறுகிறார்கள். மேலோட்டின் கடினத்திற்கும் அது குளிர்ந்த விதத்திற்கும் தகுந்தவாறு அவை இக்னீயஸ் (Igneous) பாறைகள் என்றும், ஸெடிமெண்டரி (Sedimentary) பாறைகள் என்றும், மெடமார்பிக் (Metamorphic) பாறைகள் என்றும் மூன்று பிரிவுகளாகப் பிரித்துக் கொள்ளுகிறார்கள். இப்பாறைகளில்தான் இரத்தினக் கற்கள் உண்டாகின்றன. பாறைகளில் நெடுக வெடிப்புக்கள் நிரம்ப உண்டு. மழை பெய்யும்போது தண்ணீர் இவ்வெடிப்புக்களிலுள்ள கற்களைப் புரட்டிக் கொண்டு ஓடி வருகிறது. ஆறுகளில் இவ்வாறு அடித்துக்கொண்டு வரப்படும் கற்களைச் சலித்து அதிலிருந்து இரத்தினங்களைப் பொறுக்கி எடுத்து வந்தார்கள். தற்காலம் பாறைகளில் சுரங்கங்களைத் தோண்டி இரத்தினங்களை எடுத்து வருகின்றார்கள். இன்று சுரங்கங்களில் தோண்டி எடுக்கப்பட்ட கற்களைக் காட்டிலும் ஆறுகளில் கிடைத்த கற்களையே அதிக விலைகொடுத்து வாங்குகிறார்கள். நம் நாட்டில் கோலார், கோல்கொண்டா, பன்னா முதலிய இடங்கள் வைரங்களுக்குப் பெயர்போன ஊர்கள். முன்னாளில் கோதாவரி, கிருஷ்ணா, மஹாநதி முதலிய ஆறுகளிலிருந்து வைரக் கற்கள் பொறுக்கி எடுக்கப்பட்டு வந்ததாகக் கூறப்படுகிறது. தற்காலம் தென் ஆப்ரிக்கா, தென் அமெ

ரிக்கா இவ்விரண்டிடங்களிலிருந்து பெறப்படும் சுரங்கக் கற்கள் தான் வியாபாரம் ஆகிவருகின்றன. உலகில் கிடைக்கும் மொத்த வைரத்தில் சரிபாதி தென் ஆப்பிரிக்காவிலிருந்துதான் பெறப்படுகிறது. மற்ற இரத்தினக் கற்களுக்கும் முதல் இருப்பிடம் நம் நாடும் அதை அடுத்துள்ள இடங்களும்தான். பர்மாவின் சிவப்புக் கற்களும் இலங்கை, காஷ்மீரம் முதலிய இடங்களின் நீலக்கற்களும் வெகு காலமாகப் பெயர்போனவை. இலங்கையில் எல்லாக் கற்களும் கிடைக்கின்றன. அங்கு இரத்தின புரம் என்று பெயர்கொண்ட ஊர் இருக்கிற தென்றால் இலங்கையின் இரத்தினச் செல்வத்தை ஊகிக்கலாம். இரத்தினங்களின் ஜ்வலிப்பு, நிறம், கடினத்வம் முதலிய பௌதிக குணங்களுக்காகவே நாம் அவற்றைக் கொண்டாடு கிறோம். இக்குணங்களைப்பற்றிய சில விவரங்களை இங்கே பார்ப்போம்.

இரத்தினங்கள் தேய்வே இல்லாத பொருள்கள். இவற்றுக்கு நேர்மாறாகச் சாக்கட்டி போன்றவை வெகு சுலபமாகத் தேயக்கூடிய பொருள்கள். இவ்வித்தியாசத்தைக் கொண்டு தான் ஒரு பொருளின் கடினத்வம் நிர்ணயிக்கப் படும். எல்லாப்பொருள்களைக் காட்டிலும் கடினமான பொருள்கள் இரத்தினங்கள். அதிலும் வைரத்துக்குத் தான் இக்குணம் மிகுதியாக உள்ளது. வைரத்தைக்கொண்டு மற்ற இரத்தினங்களையும் உலோகங்களையும் கீறிவிடலாம்

ஆனால் வைரத்தைக் கீறுவதற்கு மற்றொரு வைரம் தான் வேண்டும். இக்குணத்தில் வைரத்துக்கு அடுத்தபடியாக உள்ள இரத்தினம் நீலம். அணுக்களிடையே உள்ள கவர்ச்சிச் சக்தியைப் பொறுத்து இரத்தினங்களுக்கு இக்குணம் அமைகின்றது." கைக் கடியாரங்கள் விற்பதற்காகப் பத்திரிகைகளில் வரும் விளம்பரங்களில் இரத்தினங்கள் அதிகமுள்ள கடிகாரங்கள் என்று பிரத்தியேகமாகக் குறிப்பிடப்படுவதை அனைவரும் கவனித்திருக்கலாம். காதில் அணிந்துகொள்ளும் தோடுகளில் உள்ளதுபோல, கடியாரத்தின் உள்ளே வைரத்தையும் சிவப்பையும் வைத்துக் கட்டியிருக்கிறார்கள் என்று சிலர் நினைத்திருக்கலாம். கடியாரத்தின் உள்ளே இருக்கும் இயந்திர அமைப்பில் அனேக சக்கரங்கள் இயங்கிக்கொண்டிருக்கும். கடியாரம் பழுது இல்லாமல் எப்பொழுதும் ஓடிக்கொண்டு இருப்பதற்கு இச்சக்கரங்கள் ஓய்வு தேய்வு இல்லாமல் நிதானமாக அனேக வருஷங்கள்வரை இயங்கவேண்டும். இதற்குச் சக்கரங்களின் சுழலும் அச்சுக்கள் பொருத்தி வைக்கப்பட்டிருக்கும் இடங்கள் உராய்வினால் தேயாமல் இருக்கவேண்டும். இவ்விடங்களுக்குத் தகுந்த பொருள்கள் இரத்தினங்கள் தான். சிவப்பு அல்லது நீல இரத்தினங்களை இவ்விடங்களில் வைப்பதால் இரத்தினங்கள் உள்ள கடியாரங்கள் என்று விளம்பரத்தில் போடப்படுகின்றன. இரத்தினங்கள் கடினமான பொருள்கள்

ஆனபோதிலும் அவற்றை எளிதாக ஒரு சுத்தியைக் கொண்டு உடைத்துவிடலாம். ஆனால் உலோகங்கள்போன்ற கடினப் பொருள்களை இவ்வாறு உடைக்கமுடியாது. அவை வளைந்து கொடுக்கும். எனவே இரத்தினங்கள் உலோகங்களைப்போல உரமுள்ள பொருள்கள் அல்ல. ஒரு குறிப்பிட்ட பருமன் தண்ணீரின் நிறையை ஆதாரமாகக் கொண்டு அதே பருமன் அளவுள்ள மற்றப் பொருள்களின் நிறைகளை நீரின் நிறையுடன் ஒப்பிட்டு, பொருள்களின் திண்மை குறிக்கப்படும். வைரம் தண்ணீரைக் காட்டிலும் மூன்றரை மடங்கு அதிக திண்மை கொண்டிருக்கிறது. சிவப்பு இரத்தினம் நீரைவிட நான்கு மடங்கு திண்மை கொண்டிருக்கிறது. பொதுவாக எல்லா இரத்தினங்களும் அதிக திண்மை வாய்ந்த பொருள்கள்.

இரத்தினங்களுக்கு ஜ்வலிப்பு எவ்வாறு உண்டாகிறது என்று இப்பொழுது கவனிப்போம். இது ஒரு ஒளி நிகழ்ச்சி. நன்றாகப் பட்டை தீட்டப்பட்ட இரத்தினத்தில் ஒளி நுழையும் போது அதனுள்ளே அதற்குப்பல பிரதிபலனங்கள் ஏற்பட்டு ஒன்றிரண்டு முகங்களின் வழியாக மட்டும் வெளிப்படும். இது முற்றிலும் சாத்தியமாவதற்கு இரத்தினத்தின் முகங்களைத் தக்கவாறு அமைக்க வேண்டும். இதில்தான் இருக்கிறது இரத்தின வேலை செய்யும் தட்டானின் கைத்திறன். இரத்தினத்தினுள்ளே ஒளி செல்லும்போது அதன் திசை மாறிவிடுகிறது. இத்திசை வேறுபாட்டையே

ஒளிக்கோட்டம் (Refraction) என்று கூறுவது. ஒரு கழியின் ஒரு முனையைத் தண்ணீரிலே சிறிது முழுக்கி அதைச் சாய்த்துப்பிடித்தால் நீரினுள்ளே முழுகி இருக்கும் பாகம் நீர் மட்டத்திலே ஒடிந்து மேல் நோக்கி மடங்கி இருப்பதாகத் தோன்று வதைப் பார்க்கலாம். இது ஒளிக்கோட்டத்தினுல் ஏற்படுகிற நிகழ்ச்சியே ஆகும். குளங்களில் நீர் அசையாமல் இருக்கும்போது ஆழம் குறைவாகத் தோன்றுவதும், நம்பி இறங்கும்போது ஆழம் அதிக மாக இருக்கக் கண்டு ஏமாறுவதும் இதே காரணம் பற்றித்தான். இரத்தினத்திலிருந்து ஒளி காற்றுக்கு வெளிவரும்போது கோட்டமடை கிறது. ஆனுல் உள்ளே ஒளிமோதும் திசை ஒரு வரம்புக்கு மீறி அமைந்து விட்டால் அது கோட்ட மடைந்து வெளியே வர முடியாமல் உள்ளேயே பிரதிபலனம் அடைந்துவிடுகிறது. இதைப் பூரண பிரதிபலனம் (Total Internal reflection) என்று கூறுவார்கள். இரத்தினங்களுக்கு ஜ்வலிப்பு இப் பூரண பிரதிபலனங்களினுல் உண்டாகிறது. உதா ரணமாக வைரத்தை எடுத்துக்கொள்வோம். வைரத்திலிருந்து காற்றுக்கு ஒளி கோட்டமடைந்து வெளிவரவேண்டுமென்ருல் வைரத்தினுள்ளே ஒளி யின் மோதுங்கோணம் (Angle of Incidence) இருபத்துநாலரை டிகிரிக்குக் குறைவாக இருக்க வேண்டும். இதற்கு அதிகமாக ஏற்படுமாஞல் ஒளி உள்ளேயே பிரதிபலனம் அடைந்துவிடுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி வைரத்தினுள்ளே புகுந்த

ஒளிக் கிரணங்கள் வெளிப்படுவதற்கு முன்னே பல முறை பூரண பிரதிபலனங்களுக்கு உட்படும்படியாக வைரத்தைப் பலபடியாகப் பட்டை தீட்டுவது சாத்தியமாகிறது. புகுந்த ஒளிக் கிரணங்கள் ஏதேனும் ஒன்றிரண்டு முகங்களின் வழியாக மட்டும் வெளியே வரக்கூடுமாறு செய்யப்படுகிறது. இதனால் வைரத்துக்கு ஜ்வலிப்பு கண்ணைப் பறிக்கும்படியாக உண்டாகிவிடுகிறது. இதுபோன்ற நிகழ்ச்சி எல்லா இரத்தினங்களுக்கும் ஏற்படுகிறது. ஆனால் வைரத்துக்குத்தான் பூரண பிரதிபலன கோணம் மிகக் குறைவு. மற்றவற்றின் கோணங்கள் வேறுபடும். அவற்றுக்குத் தக்கவாறு பட்டை தீட்டும் முகங்களும் வேறுபடும்.

ஜ்வலிப்புடன் இரத்தினங்களின் நிறமும் நம்மைப் பிரமிக்கச் செய்கிறது. நிறத்துக்கு மூல காரணம் சூரியனது ஒளி. அது வெண்மையாகத் தோன்றினாலும் அதில் சிவப்பு, மஞ்சள், நீலம், முதலிய பல நிறங்கள் அடங்கி இருக்கின்றன. சூரிய வெளிச்சத்திலே இருக்கும் ஒரு பொருளை முப்பட்டைக் கண்ணாடி வழியாகப் பார்த்தால் அப்பொருளின் விளிம்புகளிலே பல வர்ணங்கள் தோன்றுவதைப் பார்க்கலாம். வைரத்தினுள்ளே சூரியனது வெண்ணொளி நுழையும்போது அதில் அடங்கியுள்ள பலவேறு நிறங்களுக்குப் பல வேறு திசை மாற்றங்கள் ஏற்படுகின்றன. இதனால் நிறங்கள் தனித்தனியே பிரிக்கப்படுகின்றன. வைரத்துக்கு ஜ்வலிப்புடன் கூட நிறங்களும்

உண்டாகின்றன. ஒரு பொருளின்மீது விழும் ஒளியைப் பொறுத்து அதன் நிறம் வேறுபடுகிறது. உதாரணமாக, மஞ்சள் ஒளியில் வைரத்தைப் பார்த்தால் அது மஞ்சளாகத் தோன்றும். மஞ்சள் ஒளியில் சிவப்பு இரத்தினம் கறுப்பாகத்தோன்றும். சாதாரணமாக ஒரு பொருளுக்கு அதன் வர்ணப்பசைக்குத் (Pigment) தக்கவாறு நிறம் அமைகிறது. இப்பசை பொருளின் மீது விழும் வெண்ணொளியில் உள்ள நிறங்களில் பலவற்றை உறிஞ்சி விடுகிறது. சிவப்பாகத் தோன்றும் பொருளிலுள்ள வர்ணப்பசை சிவப்பு நிறம் நீங்கலாக மற்ற நிற ஒளிகளை விழுங்கி விடுகிறது. ஆகவே அது சிவப்பாகத் தோன்றுகிறது. பச்சை நிறப் பொருளின் வர்ணப்பசை பச்சை நிறம் நீங்கலாக மற்ற நிற ஒளிகளை உறிஞ்சி விடுகிறது.

இவ்வாறாக வெண்ணொளியிலிருந்து பொருள்களிலுள்ள வர்ணப்பசை நிறங்களை நீக்குவதினால் ஒவ்வொரு பொருளுக்கும் ஒவ்வொரு நிறம் உண்டாகிறது. இக்காரணம் பற்றியே மரம், செடி, கொடிகளுக்குப் பச்சை நிறமும், புஷ்பங்களுக்குப் பல வித நிறங்களும் அமைகின்றன. இரத்தினங்களுக்கும் இவ்வாறுதான் நிறம் உண்டாக வேண்டும் என்று முதலில் நினைத்தார்கள். சில பௌதிக நிலைகளினால் அவற்றின் நிறம் மாறுவதைக் கண்டு இது சரியல்ல என்று தெரிய வந்தது. ஆகாயம், கடல், காலைச்சந்தி, மாலைச்சந்தி நேரங்கள்

இவற்றின் நிறத்துக்குண்டான காரணமே இரத்தினங்களின் நிறத்துக்கும் காரணமாக இருக்க வேண்டும் என்று இப்பொழுது கருதுகின்ருர்கள். ஒலியைப்போல் ஒளியும் அலைகளாகவே பரவிச் செல்லுகிறது. சிவப்பு, மஞ்சள், பச்சை நிறங்களுக்குத் தகுந்தவாறு ஒளி அலைகளின் நீளம் அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருக்கின்றது. இவ்வலைகளின் நீளத்துக்குச் சமமான அளவு கொண்ட துகள்மீது ஒளி விழும்போது அதில் அடங்கியுள்ள பல நிற ஒளி அலைகளில் சில பிரதிபலனம் ஆகாமல் சிதற அடிக்கப்படுகின்றன. குறைந்த அலை நீளங்களுடைய ஒளிப் பகுதிக்குத் தான் சிதறல் அதிகமாக உண்டாகிறது. பவனத்தில் உள்ள காற்று தூசி நீர் இவற்றின் துகள்களினுல் சூரியனிடமிருந்து வரும் வெண்ணெளி சிதறப்படுகிறது. சிதறப்படும் ஒளியைக் கொண்டு தான் நாம் ஆகாயத்தைப் பார்க்கிருேம். இதில் நீல நிறம் மட்டுமே மிகுந்து இருப்பதால் ஆகாயம் நீலமாகத் தோன்றுகிறது. பவனத்திலுள்ள துகள்கள் எல்லாம் பெரியதாக இருக்குமானுல் வெண்ணெளியில் ஒரு மாறுதலும் உண்டாகாமல் ஆகாயம் வெண்மையாகவே தோன்றும். இதைப் போல இரத்தினங்களினுள்ளும் ஒளிச்சிதறல் உண்டாவதால் அவை ஒவ்வொன்றும் ஒவ்வொரு நிறமாகத் தோன்றுவதாகக் கருதுகிருர்கள்.

இரத்தினங்கள் அரிதாகக் கிடைப்பதினுல் தான் அவற்றுக்கு விலை அதிகம். அவற்றைப்போல

போலி இரத்தினங்களைத் தயார் செய்து விலை மலிவாக விற்று வருகின்றார்கள். இவற்றை வாங்கி ஏமாறுபவர்களும் உண்டு. கண்ணாடியில்தான் போலி வைரங்களைச் செய்கிறார்கள். இவற்றுக்கு ஜ்வலிப்பு, நிறம் எல்லாம் உண்மை வைரங்களுக்கு இருப்பதைபோல இருக்கும். ஆனால் உண்மை வைரத்தைப்போலக் கடினமாயிராது. இவ்வைரத்தை ஜாக்கிரதையாகக் கையாள வேண்டும். ஏனெனில் அதில் சுலபமாகக் கீறல் உண்டாகி விடும். இதைக் கத்தியினால் சுலபமாக இரண்டு துண்டுகளாகச் செய்து விடலாம். உலகில் நாம் காணும் எல்லாப் பொருள்களையும் தொண்ணூற்றிரண்டு தனிப் பொருள்களிலிருந்து தயாரித்து விடலாம். இத்தனிப்பொருள்களுக்குத் தாதுக்கள் (Elements) என்று பெயர். இரும்பு, குரோமியம், அலுமினியம், பிராணவாயு இவை எல்லாம் தாதுக்களே ஆகும். வைரத்தைச் சோதனை செய்து பார்த்ததில் அதில் கரி (Carbon) என்னும் தாது மட்டுமே இருப்பது தெரியவந்தது. சிவப்பு, நீலம், இவற்றில் அலுமினியம், பிராணவாயு என்னும் தாதுக்கள் இருப்பது தெரியவந்தது. ஒவ்வொரு இரத்தினத்தையும் இவ்வாறு இரசாயனச் சோதனை செய்து அதில் உள்ள தாதுக்களைக் கண்டு பிடித்திருக்கிறார்கள். செயற்கை இரத்தினங்களைத் (Imitation gems) தயார் செய்வதற்கு இவ்விவரங்கள் பெரிதும் பயன் படுகின்றன. சில

செயற்கை இரத்தினங்கள் ஒரு வித்தியாசமும் இல்லாமல் உண்மை இரத்தினங்கள்போல இருக்கும். உதாரணமாக, செயற்கைச் சிவப்பு இரத்தினங்களையும், உண்மைச் சிவப்பு இரத்தினங்களையும் கலந்து விட்டால் எவை உண்மை, எவை போலி என்று அறிய முடியாது. செயற்கைச் சிவப்பு இரத்தினத்தை முதலில் தயார் செய்து காட்டினவர் வெர்னியூல் (Verneuil) என்னும் விஞ்ஞானி. இவர் அலுமினியம் ஆக்ஸைடையும் (Aluminum Oxide), சிறிது குரோமியம் ஆக்ஸைடையும் (Chromium Oxide) நன்ருகப் பொடிசெய்து கொண்டு பிராணவாயு நீரகவாயு உலையில் (Oxyhydrogen Flame) இரண்டாயிரம் டிகிரி சூட்டில் கொதிக்க வைத்துச் சிவப்பு இரத்தினங்களை அடைந்து காட்டினுர். உடனே இவை எங்கும் பிரபலமாய் விட்டன.

இவ்வாருக விஞ்ஞானத்தின் துணைகொண்டு அனேக இரத்தினங்களைச் செயற்கையாகத் தயார் செய்து வருகின்ருர்கள். இயந்திரத்திலுல் இவற்றைக்கொண்டு தொங்கட்டங்கள், மாலைகள், மோதிரங்கள் முதலிய நகைகளை ஏராளமாக ஆலைகளில் உற்பத்தி செய்து விற்று வருகின்ருர்கள்.

---

15. நாணயங்கள்.

மக்கள் எளிய வாழ்க்கையை நடத்தி வந்த காலத்தில் நாணயங்கள் இல்லை. அவரவர்கள் சேமித்து வைத்திருக்கும் பண்டங்களை மாற்றிக் கொள்வது வழக்கம். பிறகு ஒவ்வொருவரின் சொத்தையும் அவர்கள் வைத்திருக்கும் ஆடு, மாடுகளைக்கொண்டு மதிப்பிட்டு வந்தார்கள். அவசியம் நேரிடும்போது அவர்கள் ஒரு மாட்டையோ அல்லது ஆட்டையே கொடுத்து வேண்டிய பொருள்களை வாங்கிக்கொள்வார்கள். சில்லறைச் செலவுக்கு மாட்டுக் கொம்பு, சிப்பி, கிளிஞ்சல், மணிகள், சங்கு போன்ற சாமான்களை உபயோகித்து வந்தார்கள். சுமார் இரண்டாயிரம் வருஷங்களுக்கு முன்பு தான் உலோக நாணயங்கள் ஏற்பட்டிருக்கவேண்டுமென்று தெரிகிறது. முதன் முதலில் செம்பு நாணயங்களே உபயோகப்பட்டு வந்தன. அப்புறம் தான் வெள்ளி, தங்கம் இரண்டிலும் நாணயங்கள் செய்யப்பட்டன. ஒரு காலத்தில் ஆந்திர தேசத்தில் ஈய நாணயங்கள்கூட வழங்கி வந்ததாகத் தெரிகிறது. முதலில் நாணயங்கள் சதுர வடிவத்தில் செய்யப்பட்டன; வட்ட வடிவம் பின்னிட்டு ஏற்பட்ட சீர்திருத்தம். வட்டவடிவமுள்ள நாணயத்தில் சிறிது கத்தரித்தாலும் தெரிந்துவிடும். மற்ற வடிவங்களில் கத்தரித்தது அவ்வளவு சுலபமாகத் தெரியாது. வார்ப்பு நாணயங்கள்தான் முதலில் செலாவணி ஆகிவந்தன. அச்சடித்த நாணயங்கள்

சமீபகாலத்தில்தான் ஏற்பட்டன. உலோக நாணயங்களுக்கு அழிவே கிடையாது. எனவே அவைகள் பழங்கலத்து நாகரிகத்தை அறிவதற்குச் சிறந்த சின்னங்களாக இருந்து வருகின்றன. நம் நாட்டில் தக்ஷசீலத்தில் (Taxila) கிடைத்த நாணயங்களில் புத்த உருவங்களும் போதிமரங்களும் காணப்படுகின்றன. அவற்றைக் கொண்டு புத்த காலத்து நாகரிகப் பண்பைப் பற்றிப் பல விவரங்களைச் சரித்திர ஆராய்ச்சிக்காரர்கள் கண்டிருக்கிறார்கள். நாணயங்கள் செய்வது ஓர் கலை. இவற்றைச் செய்யும் இடங்களைத் தங்கசாலைகள் (Mints) என்று பொதுவாகக் கூறுவது வழக்கம். இவற்றை எவ்வாறு தயாரிக்கிறார்கள் என்பதைப் பார்க்குமுன் அவை செய்யப்படும் உலோகங்களைப் பற்றிச் சிறிது கூறுவோம்.

செம்பு, வெள்ளி, தங்கம் என்ற உலோகங்களில்தான் நாணயங்கள் செய்யப்படுகின்றன. இவற்றுக்கு நாணய உலோகங்கள் என்று பெயர். முற்காலத்தில் எல்லா உலோகங்களைக் காட்டிலும் தங்கத்தையே முதன்மையாகப் பாராட்டி வந்திருக்கிறார்கள். தங்கத்தைத் தயாரிக்க வேண்டுமென்ற ஆசைதான் இரசாயன சாத்திரத்தின் முன்னேற்றத்துக்குக் காரணம் என்றுகூடச் சொல்லிவிடலாம். இம்மூன்று உலோகங்களும் தனித்த நிலைமையிலும் கனிப்பொருள்களாகவும் கிடைக்கின்றன. செம்பு சிலி, ஆஸ்திரேலியா, ஸ்சஞு, ஜப்

பான் முதலிய இடங்களில் தனித்த நிலையில் கிடைக்கிறது. அது இரும்பு, கந்தகம் இவற்றுடன் சேர்ந்த நிலையில் கனிப்பொருளாகவும் கிடைக்கிறது. செம்பு தனியாகக் கிடைக்கும்போது அதை நன்ருகத் தண்ணீரில் அலசிக் காய்ச்சி, கல், மண் முதலியவற்றை நீக்குவார்கள். கனிப்பொருளாகக் கிடைத்தால் அதைத் தண்ணீரில் முதலில் சுத்தி செய்து கரியைச் சேர்த்துக் கொண்டு உலையில் நன்ருகச் சூடு செய்வார்கள். இதனுல் அதிலுள்ள இரும்பும், கந்தகமும் நீக்கப்படுகின்றன. உருகிவரும் செம்பு மட்டும் பிரித்து எடுக்கப்படும். இதை மின்சார முறையினுல் சுத்தி செய்வார்கள். நன்ருகச் சுத்தி செய்யப்பட்ட பின்னர் செம்பு சிவப்பு நிறத்துடன் தோன்றும். அது தண்ணீரின் எடையைவிடச் சுமார் ஒன்பது பங்கு கனமுடையது. அதை நன்ருக வளைக்கலாம். தகடுகளாக அடிக்கலாம்.

வெள்ளி தனியாகக் கிடைக்கும்போது அது உள்ள பாறைகளை இடித்து அப்பொடிகளைத் தண்ணீரில் கரைத்துக்கொண்டு அதில் பாதரசத்தைச் சேர்ப்பார்கள். பாதரசம் வெள்ளியுடன் கலந்து விடும். இக் கலவையை எடுத்துக் காய்ச்சுவார்கள். பாதரசம் பிரிந்து வெள்ளி மட்டும் கிடைக்கும். வெள்ளி கனிப் பொருளாகக் கிடைத்தால் அதைப் பிரிப்பதற்கு வேறுவழியைக் கையாளுகிருர்கள். முதலில் கனிப் பொருளை நன்ருகப் பொடி செய்து கொண்டு ஸோடியம் ஸையனைடு

(Sodium Cyanide) அல்லது பொடாஸியம் ஸைய ஊைடு (Potossium Cyanide) என்ற பொருளுடன் அதைச்சேர்த்து, தண்ணீரில் கலக்குவார்கள். பிறகு நாகச் சில்களை (Zinc) அதில் போடுவார்கள். நாகம் வெள்ளியை மட்டிலும் கலவையிலிருந்து பிரித்துவிடும். பிரித்த வெள்ளியைப் புடமிட்டுச் சுத்தி செய்வார்கள். மின்சார முறையினால் இன்னும் அதிக அளவுக்கு அதைச் சுத்தி செய்து கொள்ளுவார்கள். நன்ருகச் சுத்தி செய்யப்பட்ட பின்னர் வெள்ளி வெண்மை நிறத்துடன் தோன்றும். இது தண்ணீரின் எடையைவிடப் பத்தரை மடங்கு கனமுள்ளது. இதையும் செம்பைப்போலக் கம்பியாகவும் இழுக்கலாம்; தகடாகவும் அடிக்கலாம்.

பாறைகளிடையேயும் ஆற்று மணலிலும் தங்கம் தனித்த நிலையில் காணப்படுகிறது. சில சமயம் அடைமண் தரையிலும் தென்படும். மண், மணல் இவற்றில் கலந்துள்ள தங்கத்தைப் பிரித்து எடுப்பதற்கு அதைத் தண்ணீரைவிட்டு நன்ருக அலசிக் கழுவுவார்கள். தங்கம் அடியில் தங்கிவிடும். பாறைகளில் அகப்படும் தங்கத்தை வெட்டி எடுத்து வெள்ளியைத் தயாரித்ததுபோல் அதில் பாதரசத்தைச் சேர்த்துக் காய்ச்சி, தங்கத்தை மட்டிலும் பிரித்து எடுப்பார்கள். ஸோடியம் ஸையனடு அல்லது பொட்டாஸியம் ஸையனடு என்னும் பொருளுடன் கலந்து நாகத்தைச் சேர்த்து வெள்ளியைப் பிரித்ததுபோல, தங்கத்தையும் பிரித்துக்கொள்ளு

வார்கள். தங்கம், இரும்பு, செம்பு, காரீயம், நாகம் முதலிய உலோகங்களின் கனிப் பொருள்களுடன் கலந்தும் தென்படுகிறது. அவ்வுலோகங்களைத் தயாரிக்கும்போது தங்கத்தையும் பெறுகிருர்கள். இவ்வாறு கிடைத்த தங்கத்தைப் புடமிட்டுச் சுத்தி செய்யலாம். அல்லது மின்சார முறையினுலும் சுத்தி செய்யலாம். சுத்திசெய்யப்பட்ட தங்கம் மஞ்சள் நிறத்துடன் தோன்றும். இது தண்ணீரின் எடையைவிடப் பத்தொன்பது மடங்கு அதிக கனம் உள்ளது. மற்ற இரண்டு உலோகங்களைச் செய்ய முடிந்ததுபோல, தங்கத்தைத் தகடாகவும் அடிக்கலாம்; மெல்லிய கம்பியாகவும் இழுக்கலாம். எல்லா நாடுகளிலும் தங்கம் கிடைக்கிறது. தென் ஆப்பிரிக்கா, அமெரிக்கா, ரஷ்யா, இந்தியா முதலிய தேசங்களில் தங்கம் அதிக அளவில் கிடைக்கிறது. தென் ஆப்பிரிக்காவில் உள்ள டிரான்ஸ்வால் என்னும் பிரதேசத்தில் உலகத்தில் தயாரிக்கப்படும் தங்கத்தில் பாதியளவு தயாரிக்கப்படுகிறது. நம் நாட்டில் மைசூரில் உள்ள கோலார் சுரங்கத்திலும், ஐதராபாத்திலும் தங்கம் கிடைக்கிறது. நூற்றுக்கு நூறு உள்ள சுத்த தங்கத்தை இருபத்துநாலு காரட் தங்கம் என்று சொல்லுவார்கள். நம் நாட்டில் சுத்த தங்கத்தைப் பத்தரை மாற்றுத் தங்கம் என்று சொல்லுவார்கள்.

சுத்த தங்கம் அல்லது சுத்த வெள்ளியில் நாணயங்கள் செய்தால் அவை உறுதியுடன் இரா. எனவே தங்கத்தில் சிறிதளவு செம்பையும் வெள்ளி

யில் சிறிதளவு செம்பையும் சேர்த்துக்கொண்டு தான் நாணங்கள் செய்வது வழக்கம். இங்கிலாந்தில் நெடுநாள்வரை நாணயங்கள் செய்வது கண்டிராக்டர்களிடமே இருந்து வந்தது. உலகப் பிரசித்திபெற்ற நியூட்டன் என்ற விஞ்ஞானி ஒரு சமயம் இங்கிலாந்திலுள்ள தங்கசாலையின் தலைவராக இருந்து கவர்மெண்டாருக்கு நாணயங்கள் போட்டுக் கொடுத்தாராம். தற்சமயம் எல்லா நாடுகளிலும் கவர்மெண்டாரே நாணயங்களை அச்சிட்டு வருகிருர்கள். அமெரிக்கா, இங்கிலாந்து முதலிய நாடுகளில் மதிப்பு உயர்ந்த நாணயங்கள் தங்கத்திலும் மதிப்புக் குறைந்த நாணயங்கள் வெள்ளியிலும் செய்து வருகிருர்கள். சில்லறை நாணயங்களைச் செம்பிலும், நிக்கல் என்ற உலோகத்திலும் செய்கிருர்கள். அமெரிக்காவில் டாலர் நணயம் வெள்ளியில் செய்யப்படுகிறது. டாலருக்கு நூறு சதம் (cents) என்று கொண்டு ஐம்பது சதத்துக்கு ஒரு நாணயத்தையும், இருபத்தைந்து சதத்துக்கு ஒரு நாணயத்தையும், பத்து, ஐந்து சதங்களுக்கு வேறு நாணயங்களையும் உபயோகித்து வருகிருர்கள். ஒரு சதம் மதிப்புள்ள நாணயத்தைச் செம்பில் செய்கிருர்கள். ஐந்து சதம் மதிப்புள்ள நாணயத்தை நிக்கல் உலோகத்திலும், பத்து, இருபத்தைந்து, ஐம்பது சதம் மதிப்புள்ள நாணயங்களை வெள்ளியிலும் செய்கிருர்கள். நம் நாட்டிலும் அணு, பைசா நாணயங்களுக்குப் பதிலாக ரூபாய்க்கு நூறு சதம் என்று வைத்துக்கொண்டு பல்வேறு சதங்கள் மதிப்

புக்கொண்ட நாணயங்களை அச்சிட்டு வழங்கவேண்டும். இம்முறையைக் கையாண்டால் மக்கள் கணக்கிடுவது எளிதாகும். இதைப்போல நீளங்களை அளப்பதற்குண்டான கஜம், அடி, அங்குலம் என்ற அளவுகளை ஆங்கிலேயர்களுக்கே கொடுத்துவிட்டு மீடர், டெஸி மீடர், கிலோ மீடர் அளவுகளை மேற்கொள்ளவேண்டும். நிறைகளையும் அளக்க, கிலோகிராம், டெக்காகிராம், கிராம் என்ற அளவுகளைக் கையாளவேண்டும். இவை எல்லாம் சுதந்திர இந்தியாவில் செய்யவேண்டிய முக்கிய சீர்திருத்தங்கள்.

நாணயங்களை அச்சிடுவதற்குமுன் தங்கசாலைகளில் உலோகங்களை நன்றாக உருக்குவார்கள். சில வருஷங்களுக்கு முன்பு எண்ணெய், கரிவாயு அடுப்புகளில் எங்கும் உலோகங்கள் உருக்கப்பட்டு வந்தன. இப்பொழுது மின்சார அடுப்புகளில் உருக்குகிறார்கள். உருக்கிச் சுத்தி செய்துகொண்டு செம்பைச் சேர்ப்பார்கள். வெள்ளி நாணயங்களுக்கு நூற்றுக்கு எட்டுப் பங்கு வரை செம்பைச் சேர்ப்பார்கள். சமீபத்தில் நடந்த சண்டையின் நிமித்தமாக எல்லா நாடுகளிலும் நாணயங்களில் வெள்ளியின் அளவு வெகுவாகக் குறைக்கப்பட்டது. இங்கிலாந்தில் ஒரு பங்கு வெள்ளி ஒரு பங்கு நிக்கல் சிறிதளவு செம்பு இவற்றைக் கொண்டு வெள்ளி நாணயங்களை அச்சடித்து வருகிறார்கள். செம்பைச் சேர்த்துக்கொண்ட பின்னர் கலவையை உருக்கி, தகடுகளாகச் செய்வார்கள். பிறகு அத் தகடுகளை

யந்திரங்களில் கொடுத்து, கனத்தைச் சீர்படுத்து வார்கள். அங்குலத்தின் ஆயிரத்தில் ஒரு பங்குவரை சீர்படுத்தும் யந்திரங்கள் இருக்கின்றன. பின்னர் தகட்டை யந்திரங்கள் வட்டம் வட்டமாகக் கத்த ரிக்கின்றன; இவ்வில்லைகளை ஒவ்வொன்ருக இரண்டு அச்சுகளுக்கு இடையே வைக்கின்றன. மேலுள்ள அச்சில் தலைப்பக்கத்திற்குண்டான உரு வமும் கீழ் உள்ள அச்சில் பூப்பக்கத்துக்குண்டான உருவமும் இருக்கும். அச்சுகள் ஒன்ருேடொன்று நெருங்கி வில்லைகளில் இவ்வுருவங்களைப் பதிவு செய் கின்றன. ஒரு நிமிஷத்துக்கு நூறு நாணயங்கள் வீதம் அச்சடிக்கப்படும். இந்நிகழ்ச்சிகள் எல்லாம் தொடர்ந்து நடைபெறும்.

உலோகங்களில் நாணயங்களை அச்சடிப்ப துடன் காகிதத்திலும் நோட்டுகளை அச்சடித்துத் தற்காலம் வழங்கி வருகிருர்கள். பாங்குகள் தான் இந்நோட்டுகள் போடும் வழக்கத்தை ஆரம்பித்தன. இவற்றைப் பாங்குகளின் பிராமிசரி நோட்டுகள் என்று சொல்லுவார்கள். வியாபாரம் எளிதாக நடைபெறுவதற்கு நோட்டுகள் உபகாரமாய் இருந் தன. இதைப் பார்த்துக் கவர்மெண்டாரும் இந் நோட்டுகளைப் போடத் தொடங்கிவிட்டார்கள். ஒரு காலத்தில் நாட்டிலுள்ள நாணயங்களில் சரி பாதி உலோக நாணயங்களாகவும், பாக்கிக் காகித நோட்டுகளாகவும் இருக்கலாம் என்ற ஒரு கட்டுப் பாடு இருந்தது. சண்டை நிமித்தமாகக் கவர் மெண்டாருக்குச் செலவு அதிகமாக ஏற்படவே

ஏராளமாக நோட்டுகளைப் போடத் தொடங்கினார்கள். பணப் புழக்கம் அதிகமாகி நாணயங்களுக்கு மதிப்புக் குறைந்துவிட்டது. விஷம் ஏறுவதுபோல ஒவ்வொரு பொருளின் விலையும் ஏறிவிட்டது. இதை அடக்க ஒவ்வொரு நாட்டாரும் முயன்று வருகிறார்கள். நமது இந்தியா கவர்மெண்டாரும் இப் பணப்புழக்கத்தைக் குறைக்கப் பல ஏற்பாடுகளைச் செய்துவருகிறார்கள். நாணயங்களுக்கு மதிப்புச் சீக்கிரம் ஏற்படும் என்று எதிர் பார்க்கப்படுகிறது.

Printed by the Cauveri Colour Press, Kumbakonam
for R. K. V. Sept. 1949.